

في المعركة



الكيمياء في الحرب

بقلم:

الدكتور رفعت إبراهيم سليم



في المعركة

الكيمياء في الحرب

بقلم: الدكتور رفعت إبراهيم سليم

مقدمة

لم تكن الحرب التي خاضتها بلادنا - ولا زلنا في معمرتها حتى الآن - حرب جنود ومعدات حربية بقدر ما كانت حربا علمية بالمعنى الصحيح . فقد كان أحد أسلحتها النار والمتفجرات التي أنتجها العدو بناء على أسس علمية سليمة ودراسة وافية . ولم يكن التقدم التكنولوجي الذي ظهر في هذه الحرب كذلك وليد مصادفة أو نسج خيال ، ولكنه كان نتيجة علم وخبرة وتطبيق .

وان ما شاع من استعمال قنابل النابالم الحارقة ، وانتشارها على مدى واسع تحدث عنه العالم أجمع ، كان هو الخافز على نشر هذه العجالة البسيطة عن المواد الكيميائية الحربية ، حتى تساعد القارىء العادى والمتخصص على السواء على استيعاب ناحية من نواحي العلم الحديث ، ومدى التقدم الذى يساير تطوره وازدهاره .

وان ما يحويه هذا الكتيب الصغير من المامة سريعة بموضوع من أهم موضوعات الساعة لمن الأمور الملحة للتعرف على ماهية العلم ، ومدى تدخله فى كل ناحية من نواحي حياتنا صغيرة كانت أم كبيرة ، فى الحرب والسلام على السواء . كما أن ما به كذلك ليس الا نوعا من العلم التطبيقى الذى لا يمكن الوصول اليه الا بدراسة نظرية بحتة ، على أسس متينة من العلم الأكاديمى الخالص . وهكذا نجد أن العلم الأكاديمى هو الأساس لكل تقدم . ثم اذا ما توفرت لدينا بعد ذلك كل الآراء وكل النظريات أمكن تطبيقها فى شتى المجالات الحيوية التى تهتم حياتنا ، ومن هنا كان العلم

التطبيقي . فاذا ما وجه هذا العلم التطبيقي وجهة معينة سمي علما ملتزما ، أى أنه يخدم ناحية بذاتها من نواحي الحياة .

ولكم كان جميلا من المسؤولين عن الثقافة فى بلدنا أن يعملوا على نشر هذه السلسلة العلمية التى تتيح للجميع فرصة رائعة للتزود من مناهل العلم والمعرفة - وهما خير زاد فى الحياة - اذ ليس العلم قاصرا على الخاصة فقط بل هو للعامة كذلك ، فالنهضة لا تقوم الا على اكتاف العلم وبمعاونة كل السواعد العاملة .

وانى لأرجو أن يكون فى هذا الكتيب بعض ما يشجع على الاستزادة من العلم فى شتى المجالات ومختلف التخصصات ، وخصوصا وانى لم أذكر به كل التفاصيل الدقيقة لكل ما كتب عنه ، بل تركت ذلك للقارئ المتخصص وحتى لا يخرج الكتاب عن غرضه الاصلى وهو توصيل العلم للجميع .

المواد المتفجرة

لكي نبدأ موضوعا كهذا لا بد لنا من التعرف على ماهية تلك المواد وما هو المقصود بكلمة مواد متفجرة . ويمكننا في هذه الحالة القول بأن المادة المتفجرة هي مادة يمكن أن تتحول - عند اشعالها أو تعريضها للحرارة أو الصدمات أو الاحتكاك أو الاتصال بعوامل أخرى مساعدة - الى مواد أخرى تختلف عن المادة الأصلية وتكون أكبر حجما مثل الغازات .

وقد تكون هذه المادة المتفجرة بسيطة أو معقدة التركيب (تتكون من عديد من المواد المختلفة في حالة تجمع مع بعضها البعض) . كما قد تكون كذلك في صورة صلبة أو على شكل سائل .

ويصحب تحول المادة من صورة الى أخرى وظهور ذلك الحجم الكبير من الغازات انطلاق كمية عظيمة من الطاقة في صورة حرارة تعمل بدورها على تمدد الغازات الناتجة وزيادة حجمها الى الدرجة التي ينتج عنها الانفجارات المروعة التي نعرفها جميعا عن المتفجرات . ويحدث في بعض الأحيان أن تتحول المادة المتفجرة ببطء ، وبدرجة يمكن التحكم فيها الى غاز ، وفي هذه الحالة لا تنفجر تلك المواد بل يعمل انطلاق هذه الكمية الكبيرة من الغاز على قذف جسم آخر الى مسافات طويلة ، ومن أمثلة ذلك ما يحدث عند انطلاق الأعيرة النارية . وللمواد المتفجرة آثار مدمرة وخصوصا اذا تم تحليلها الى الصورة الغازية في حيز ضيق أو محدود السعة الى حد ما ، كما يحدث في القنابل . وتزداد قوة التفجير وبالتالي شدة التدمير التي تنتج عنه عندما يتم الانفجار بدون تقدير لكمية المواد المتفجرة

المستعملة أو بدون حساب لكمية الغاز المنطلق منها ، ولكن اذا أمكن حساب كميات المواد المتفجرة وأمكن كذلك انتحكم في ظروف انفجارها من حيث الزمن والمكان الذى ستكون فيه ، فإنها تعطى في تلك الحالة النتائج المطلوبة ، وبدقة تامة ، كما يحدث عند تفتيت الصخور التى تحتوى على خامات معدنية أو فى المناجم بأنواعها المختلفة .

وتخدم المواد المتفجرة فى اتجاهين : فى الحرب وفى الصناعة أيام السلم . ففي الصناعة ينتج عن استعمال المتفجرات توفير الكثير من الطاقات البشرية التى تعمل ليس فقط فى تفتيت الصخور وتطهير الأرض وحفر الخنادق ومناجم الفحم وغيره ، بل تعمل كذلك فى الصواريخ وآلات الديزل والذخيرة .

ويمكن فى هذا المجال ذكر ما يزيد على مائة وخمسين مادة كيميائية تصلح للاستعمال كمواد متفجرة ، تستخدم خمس وسبعون مادة منها فى الصناعة فقط ، وتستخدم خمس وأربعون أخرى كمواد متفجرة حربية خالصة ، بينما يستعمل العدد الباقى فى أغراض الاتجاهين ؛ الحرب والسلم على السواء .

الطاقة الكامنة فى المواد المتفجرة :

تعتبر المواد المتفجرة مخازن هائلة للطاقة . وتعطى المتفجرات السائلة كميات من الطاقة أكبر مما تعطى المواد المتفجرة الصلبة .

وترجع قوة المتفجرات المدمرة الى التحول السريع للمواد الصلبة أو السائلة الى الحالة الغازية ، وذلك عن طريق احتراق الكربون والهيدروجين اللذين تتكون منهما المتفجرات ، وتحولهما الى غاز

ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء . ويتم هذا الاحتراق الكامل بمساعدة غاز الأوكسجين . ولا يوجد الأوكسجين فى المواد المتفجرة بحالته الغازية التى نعرفها بل يدخل فى تركيب مواد كيميائية تخلط مع المتفجرات وتكون مصدرا له . كما تخلط بالمواد المتفجرة عادة مواد أخرى خاملة لا تتحول الى غازات ، بل تظل كما هى حتى بعد الانفجار . وتعمل هذه المواد الخاملة على تقليل حساسية المتفجرات عند تعبئتها أو شحنها أو تفريغها .

ويمكن الاستدلال على الفرق بين الاحتراق العادى البطيء الذى يحدث عند اشتعال البنزين أو الكحول مثلا والذى يمكن تتبعه بالعين ، وبين تحلل المتفجرات الذى يتم بسرعة هائلة لا يمكن تتبعها بل يستدل عليها بنتائجها وآثارها .

وتعرف عملية الاحتراق بأنها اتحاد المادة بالأوكسجين اتحادا سريعا خاطفا . والمسحوق الأسود أو « مسحوق البارود » مثل من أمثلة المواد المتفجرة بطيئة الانفجار ، ورغم ذلك فإنها تحترق بسرعة كبيرة جدا عندما تعبأ فى عبوات أسطوانية ، وتطلق بسرعة تقترب من ٣٥٠ مترا فى الثانية ، ولذلك يفضل المسحوق الأسود فى تفجير المناجم حتى لا تحدث أضرار للمنجم نفسه . أما الديناميت فيعتبر مثلا من أمثلة المواد سريعة الانفجار اذ ينطلق بسرعة تتراوح بين ١٦٠٠ - ٧٠٠٠ متر فى الثانية .

ويبين الجدول التالى كلا من درجات الحرارة القصوى التى يمكن الوصول اليها عند حرق بعض أنواع الوقود والمواد المتفجرة ، وحجم الغازات الناتجة عند درجات الحرارة المذكورة ، وكذلك كميات الطاقة الناتجة من كل رطل من المادة المستعملة .

المادة	درجة حرارة الاحتراق	حجم الغاز الناتج قدم ³ /١٠٠ رطل	كمية الطاقة قدم/رطل
جازولين (بنزين السيارات)	٣٩٠٠ °م	٨٣٠٠٠	١٦٠٠٠٠٠٠
نيتروجلسرين	٢١٥٠ °م	١٤٤٠٠	٢٠٥٠٠٠٠٠
ديناميت مخلوط	٢٦٢٠ °م	٩١٠٠	١٥٢٠٠٠٠٠
مسحوق أسود	٢٣٥٠ °م	٥٢٠٠	٩٥٨٠٠٠٠

ويتضح من الجدول السابق مدى ضخامة الطاقة المنطلقة من احتراق البنزين ، وأنه يعطى كذلك أعلى درجة حرارة يمكن الوصول إليها ، ولهذا فإنه يستعمل فى تكوين بعض أنواع القنابل الحارقة الشديدة الأثر كما سيأتى ذكره فيما بعد .

ويمكن تقريب ضخامة حجم الغاز المنطلق والناتج عن الاحتراق الى ذهن القارىء ، اذا علمنا أن الصفيحة سعة ٢٠ لترا يصل حجمها الى ثلاثة أرباع القدم المكعب فقط .

خواص المفرقعات :

تتميز المواد المتفجرة عامة بخاصيتين تعتبران من أهم خواصها وهما : شدة الانفجار وسرعته ، وعلى تلك الخاصيتين يتوقف قياس قوة المتفجرات . وتعتمد قوة الانفجار — أو بمعنى آخر شدته — على ضغط الغازات الناتجة عن تفجير كمية معينة أو حجم معين من المادة المتفجرة . وعلى هذا يلزم لكل نوع من الأماكن أو الأبنية أو المناجم نوع معين من المتفجرات يلائمه حتى يمكن التحكم فى كمية الانفجار ومداه . فمثلا عند هدم منشآت ضخمة يجب استعمال متفجرات قوية وسريعة ، بينما يلزم لمنشآت أخرى بسيطة استعمال متفجرات أقل قوة وأقل سرعة .

ومن خواص المفرقات كذلك حساسيتها للصدمات والاحتكاك والحرارة . ويتوقف على معرفة نوع حساسيتها تحديد كيفية انتاجها ووسائل تعبئتها وشحنها ، لتفادى ما قد ينجم عن سوء تقدير كيفية معالجتها .

ومن أهم الأمور كذلك حساسية المواد المتفجرة للحرارة ، اذ يتوقف على هذا العامل مدى قابليتها للتخزين دون أن تتعرض للانفجار أو التلف .

وهكذا تتباين المتفجرات بأنواعها المتعددة من حيث حساسيتها للصدمات ومن حيث سهولة انفجارها ومدى انتشارها واندلاع اللهب أو تصاعد الغازات منها .

وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم المواد المتفجرة الى نوعين رئيسيين :

أ - متفجرات شديدة الانفجار :

فى هذا النوع من المتفجرات تنتقل صدمة الانفجار بسرعة كبيرة خلال الكتلة المتفجرة مما ينتج عنه تهتك جدران الغلاف الذى يحتويها (القنابل مثلا) . وتبلغ هذه المتفجرات من الحساسية الدرجة التى لا تصلح معها أن تكون شحنة متفجرة بذاتها بل تعمل فى هذه الحالة عمل مادة بادئة ، أى تساعد على بدء انفجار أكبر وأشمل .

ب - متفجرات بطيئة الانفجار :

يتميز هذا النوع من المتفجرات بانخفاض درجة انتشارها وبأنها تعطى عند احتراقها قوة دافعة كبيرة ، وعلى هذا فهى تعمل كمادة قاذفة تبعث بالمواد المتفجرة بعيدا عن أماكن إطلاقها .

وهناك بعض المتفجرات الشديدة الانفجار مثل مادة التتريل Tetryl تكون وسطا بين النهايتين ، فلا هي سريعة الانفجار شديده ، ولا هي ضعيفة الانفجار بطيئته ، وعلى ذلك فهي تجمع بين صفات النوعين ، كما أنها حساسة جدا ، ورغم ذلك فهي تصلح في الوقت نفسه كمادة متفجرة في الذخيرة ذات العيار الصغير ، وذلك إذا اتخذت لها الاحتياطات المناسبة . ولذلك فانه من الأسلم - وهو ما يحدث فعلا - أن توضع تلك المواد داخل الذخيرة في المسافة التي تفصل بين الشحنة المتفجرة والمادة المفجرة ذاتها وذلك لسلامة عملية التفجير .

أسس تحضير المتفجرات :

من المعلوم أنه لكي تعمل المواد الكيميائية المتفجرة بكفاية تنتج الأثر المطلوب ، لا بد من أن تحتوى على الأوكسجين ومواد أخرى مؤكسدة . ولا يكون الأوكسجين في المتفجرات في صورة غاز ، بل يوجد في شكل مركبات كيميائية يدخل هو في تركيبها مثل أملاح النترات والكلورات . وتستعمل هذه المركبات جنبا الى جنب مع بعض المواد الأخرى التي تسهل أكسدها واحتراقها مثل الفحم والكبريت . وإلى جانب هذا فهناك بعض المواد المتفجرة التي يدخل الأوكسجين في تركيبها مثل نترات السيلوز ، ومادة ثلاثي تيترو التولوين Tri-Nitro-Toluene T.N.T.

وتلزم للمتفجرات كمية معينة من الأوكسجين تكفى لحرقها حرقا تاما ، ولكن تحتوى بعض المواد المتفجرة على الأوكسجين بكمية أكبر مما يلزم للاحتراق وذلك مثل مادة النيتروچلسرين ، بينما يحتوى نوع آخر من المتفجرات على كمية من الأوكسجين أقل مما يلزم لعملية الاحتراق الكامل ، ولذلك تظهر كمية كبيرة من الدخان الأسود مصاحبة لانفجار تلك المواد مثل ما يحدث عند انفجار مادة

ال T.N.T. • ولتمثيل ذلك فى حياتنا اليومية فاننا نلاحظ جميعا انطلاق الدخان الأسود من مداخل قطارات انسكك الحديدية فى بعض الأحيان ، ويكون ذلك نتيجة لتحكم السائق فى كمية الهواء الداخلى لعملية احتراق الوقود بالدرجة التى لا تكفى لحرقه احراقا تاما - وهكذا فانه ينبغى لكى نعمل على تصحيح نسبة توازن الأوكسجين اللازم لعملية الاحتراق فى هذا النوع من المواد المتفجرة، أن تضاف الى المتفجرات ذاتها كمية من مادة كيميائية تحوى الأوكسجين فى تركيبها مثل نترات البوتاسيوم أو الأمونيوم • (نترات الأمونيوم هى نترات النشادر ، وهى المادة التى تستعمل لتسميد النبات وتنتجها شركة كيما بأسوان) •

وتتكون الغازات الناتجة عادة عن احتراق المواد المفرقة وانفجارها من غاز النيتروجين وأول أوكسيد الكربون وثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء •

وتكون تلك الغازات ساخنة بالدرجة التى تسمح بتمدها الى حد كبير يساعد بجانب حجمها الأسمى الكبير على الانفجار •

وهناك عدة عوامل رئيسية يمكن بواسطتها قياس الطاقة الكلية للانفجار ويمكن تلخيصها فيما يلى :

- ١ - الحرارة الناتجة عن الانفجار •
- ٢ - أقصى درجة حرارة يمكن الوصول اليها وقياسها •
- ٣ - أحجام النواتج الغازية •
- ٤ - الضغط الناشئ بداخل الغلاف الذى يحتوى على المادة المتفجرة (القنبلة مثلا) •

ويجدر بنا أن نذكر فى هذا المجال أن معدل الطاقة الناتجة يدل على مدى فاعلية الانفجار وشدته ، كما ينبغى كذلك أن نعلم

أن درجة انفجار شحنة من المواد المتفجرة تزداد بازدياد كثافتها ،
اذ أن صب مصهور مادة فى غلاف قنبلة يعد أكثر فاعلية وأكبر
حجما من حشوها بمواد حبيبية غير متماسكة بينها مسافات تعمل
على الاقلال من حجم المادة الفعالة . ولهذا السبب فانه يبدو من
الأهمية بمكان تقدير درجة انصهار المواد المتفجرة الصلبة . ومن
المعلوم كذلك أن درجة انصهار مادة T.N.T. هى حوالى ٨٠° م
أى أنها مادة سهلة الانصهار (أى تحويلها من الحالة الصلبة الى
الحالة السائلة) . ونجد كذلك أن مادة مثل حامض البكريك لها
درجة انصهار تساوى ١٢٣° م (حامض البكريك مادة كيميائية
صلبة شديدة الانفجار تذوب فى الماء وتعطى محلولاً أصفر اللون
هو ما يستعمل فى مداواة الحروق) . (ويمكن مقارنة درجات
الانصهار هذه ، وإدراك كنهها اذا ما علمنا أن درجة غليان الماء
١٠٠° م) ونخلص من هذا الى أنه ينبغى فى بعض الأحيان أن
تستعمل مخلوطا من مادتين متفجرتين حتى نرفع درجة انصهار مادة
ذات درجة انصهار منخفضة أو نخفض من درجة انصهار مادة أخرى
درجة انصهارها مرتفعة .

وفى هذا المجال كذلك يمكن القول بأنه فى بعض الأحيان
تضاف بعض المركبات المعدنية أو مسحوق المعادن ذاتها الى المساحيق
التي لا دخان لها حتى تصبح غير قابلة للاشتعال عند درجات الحرارة
المنخفضة ، كما قد تضاف كذلك بعض المواد التي تمتص الحرارة الى
مساحيق المتفجرات ، كى يمكن التحكم فى فترة ظهور اللهب ، وحتى
تكون أكثر أمانا تحت الظروف المختلفة التي تستعمل فيها فى
المناجم وغيرها .

وتتحكم المادة الخام الى حد كبير جدا فى مدى اختيار أصلح
أنواع المواد المتفجرة من حيث درجة انتشارها وطريقة الحصول
عليها ، ومثالا لذلك فقد استعملت القوات الايطالية فى الحرب
السابقة نوعا من المتفجرات يمكن تحضيره من الكحول الميثيلي

(وهو قريب من الكحول الذى نستعمله فى منازلنا والذى يسمى بالكحول الايثيلى (الاسبرتو) وهو مخلوط بقليل من الكحول الميثيلى السام حتى يصبح غير صالح للشرب) ولم تستعمل ايطاليا النوع الذى كان شائعا فى ذلك الوقت وهو التتريل وذلك لأنه يحتاج فى تحضيره الى كميات كبيرة من البنزين الذى لم يكن متوفرا حينئذ .

كذلك عندما وجد الألمان أنهم لا يملكون من المواد الدهنية القدر الكافى أثناء الحرب العالمية الثانية وبالتالي لم تكن لديهم الطاقة الانتاجية الكافية لتحضير الجلسرين (وهو ينتج أثناء عمل الصابون من المواد الدهنية) الذى يعتبر الحامة الرئيسية لانتاج مركب النيترو جلسرين شديد الانفجار ، بدأوا يفكرون فى تحضير مركب آخر يكون بديلا له ونجحوا فى ذلك الى كبير .

وهناك عوامل أخرى كثيرة يجب أخذها فى الاعتبار ونحن بصدد تقييم المواد المتفجرة . من هذه العوامل :

١ - درجة سمية المواد الخام والمواد الوسيطة الداخلة فى انتاجها وكذلك درجة سمية الغازات الناتجة عن الانفجار .

٢ - ثباتها وعدم تحليلها بطول مدة التخزين ومدى تأثيرها بالطوبة الجوية ودرجة الحرارة التى تحتزن أو تستعمل عندها .

المتفجرات شديدة الانفجار

١ - النيترو جلسرين :

سائل زيتى القوام أصفر اللون ولكنه عديم اللون وهو فى حالته النقية . يتجمد هذا السائل (أى يتحول من الحالة السائلة التى هو

عليها الى الحالة الصلبة) عند درجة حرارة ١٣° م أى أنه يكون سائلا دائما في الصيف ، ويتجمد في بعض أيام الشتاء فقط عندما تصل درجة الحرارة الى أقل من درجة تجمده والنيتروجلوسرين سائل شديد الحساسية للصدمات .

ويحضر في الصناعة بتأثير كل من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز على الجلوسرين النقي عند درجة حرارة ٣° م . ويضاف الجلوسرين الى خليط الحامضين في مدة تتراوح بين ٥٠ - ٦٠ دقيقة . ويخزن النيتروجلوسرين الناتج في خزانات مبطنة بالرصاص .

٢ - الديناميت :

لقد كانت سرعة تأثير مادة النيتروجلوسرين المتفجرة بالصدمات من أهم ما يعيب استعمالها ، اذ قد ينفجر الوعاء الذي يحويها بمجرد أن يصدم بجسم صلب عند نقله أو تعبئته ، حتى كانت الصدمة البهتة التي جعلت العالم نوبل Nobel (وهو صاحب جائزة السلام) يلاحظ في عام ١٨٦٢ أن كميات كبيرة من مادة النيتروجلوسرين السائلة يمكن أن تمتصها مادة أخرى تسمى الكيسلجور (وهي مادة يمكن تشبيهها الى حد كبير بالطمى في بلادنا ولكن أكثر نقاء) ونتج عن ذلك مادة لدنة يمكن نقلها بسهولة واستعمالها بأمان كبير . ولا تستعمل هذه المادة حاليا بالشكل الذي اكتشفها عليه نوبل اذ أن وجود ٢٥٪ من مادة الكيسلجور الخاملة تقلل من فاعلية النيتروجلوسرين كمادة متفجرة ، اذ أنها تمتص كمية كبيرة الطاقة المنطلقة أثناء عملية التفجير . وقد استبدلت الآن بمادة الكيسلجور هذه بمواد أخرى تمتص النيتروجلوسرين مثل نشارة الخشب والدقيق ولب الخشب وقش الحبوب (التين) ، وذلك بعد أن تضاف اليها مواد مؤكسدة مثل نترات الصوديوم وكمية قليلة من مادة تقاوم فعل الحامض وتعمل على ايقاف تأثيره . (اذ يتبقى بعد تحضيره مادة النيتروجلوسرين كمية من الحامض الزائدة تكون

سببا فى تحليل جزء منه) - مثل كربونات الكالسيوم وهى ما نسميه عادة بالحجر الجيرى .

أنواع الديناميت :

للنيتروجلسرين الذى يضاف اليه المواد السابق ذكرها (ويسمى الجميع فى هذه الحالة بالديناميت) أنواع متعددة يتوقف شدة انفجار كل منها على الغرض الذى تستعمل من أجله ، وكذلك على كمية وحجم الانفجار المطلوب . . وعلى هذا الأساس يمكن تحديد عدة أنواع من الديناميت أهمها :

أ - الديناميت المباشر (التجارى) :

يحتوى هذا النوع من الديناميت على ١٥ - ٦٠ ٪ من مادة النيتروجلسرين السائلة . أما بقية المكونات فتتكون من : مواد تمتص النيتروجلسرين ، مادة نترات الصوديوم ، مادة تمتص الحامض الزائد بجانب كمية ضئيلة من الرطوبة . ويعتبر الديناميت المباشر أساسا لقياس قوة أنواع الديناميت الأخرى . فاذا قيل ان مادة متفجرة قوتها ٦٠ ٪ مثلا فمعنى ذلك أن قوتها تعادل ٦٠ ٪ من قوة مثيلة حجمها من الديناميت المباشر .

ب - الديناميت الجيلاتينى :

يحتوى هذا النوع من الديناميت على خليط من ٤٥ - ٦٠ ٪ من الجيلاتين المتفجر (وهو الاسم الذى يطلق على النيتروجلسرين وهو فى الحالة الجيلاتينية) . ويحضر بإضافة ٧ - ٨ ٪ من كولد يون القطن الى النيتروجلسرين . و ٥٥ - ٣٥ ٪ من لب الحشب ونترات الصوديوم . ويعتبر الديناميت الجيلاتينى أقوى أنواع الديناميت عامة ، وهو مادة صلبة باهتة اللون مطاطة الى حد

كبير ويمكن خلطها بمواد أخرى • وتمتاز بكثافتها العالية ومقاومتها الكبيرة لفعل الماء • وهي لا تنتشر بل تحتفظ بشكلها الذي تصنع عليه في صورة قوالب أو أصابع أو عصي • الخ •

ولتحضير هذا النوع من الديناميت ، يخلط القطن في صورة كولوديون (وهو عبارة عن ندف القطن مذابا في حامض النتريك) مع المادة الماصة ، وهي لب الخشب مع نترات الصوديوم ، ويضاف الخليط الى النيتروجلسرين ويعبأ في أوعية غير معدنية •

ج - الديناميت النشادرى :

يقترّب هذا النوع من الديناميت في تركيبه كثيرا من تركيب الديناميت التجارى ، ولكنه يحتوى فقط على ٤٠٪ من كمية النيتروجلسرين المستعملة في انتاج الديناميت التجارى ، وعلى هذا فهو أرخص ثمنًا ولكنه لا يعطى انفجارا بالشدة التى تنجم عن انفجار الديناميت التجارى • ويتميز الديناميت النشادرى بقلّة حساسيته للصدمات والاحتكاك وعدم قابليته للاشتعال •

ولتحضير هذا النوع من الديناميت صناعيا تجفف المادة الماصة والمكونات الأخرى ، ثم تخلط جميعها مع نترات الأمونيوم • تعبأ كل تلك المواد بعد خلطها آليا في عبوات من الورق ثم تغلف بشمع البرافين ، وترص في صناديق محاطة بنشارة الخشب •

د - الديناميت النشادرى الجيلاتينى :

يقارب هذا النوع من الديناميت في خواصه كثيرا من خواص الديناميت الجيلاتينى ، ولكن يستبدل جزء من النيتروجلسرين الداخلى في تركيبه بملح نترات الأمونيوم •

٣ - ثلاثى نيتروتولوين « ترأى نيتروتولوين » T.N.T.

تعتبر هذه المادة من أهم المواد المتفجرة الحربية . ولقد كان معدل انتاجها اليومى عام ١٩٤١ فى أحد خطوط الانتاج الأمريكية هو ٣٦٠٠٠ رطل ثم بلغ هذا الانتاج لنفس الخط فى منتصف عام ١٩٤٥ ما يقرب من ١٢٠٠٠ رطل ومنه يتضح مدى الزيادة المطردة فى انتاجه . ومادة T.N.T. صلبة تنتج فى صورة قشور تعبأ فى صناديق مبطنة بالورق .

ولتحضير ثلاثى نيترو التولوين صناعيا يضاف خليط من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز الى التولوين فى أوعية من الصلب (التولوين مادة كيميائية سائلة قريبة الشبه من البنزين وهو أحد مشتقاته) .

٤ - السيكلونيت :

السيكلونيت مادة متفجرة ، تزيد قوتها $\frac{1}{4}$ مرة على قوة T.N.T. ، وتتميز بثباتها الكبير وسهولة استعمالها . ومن عيوبها حساسيتها الشديدة للصدمات وسرعة انفجارها . ولقد أمكن تلافى عيب الحساسية هذا بإضافة شمع العسل اليها مع خلطها بمادة T.N.T. الأقل حساسية . كما أمكن كذلك التغلب على ارتفاع ثمنها بالبحث عن خامات بديلة لخامات انتاجها تكون أرخص سعرا ثم باختصار عدد خطوات تحضيرها حتى يمكن تفادى استعمال بعض المواد الوسيطة . ولقد بلغ الانتاج اليومى لأحد خطوط الانتاج خلال الحرب العالمية الثانية ما يزيد على مليون رطل من مخلوط السيكلونيت مع T.N.T.

٥ - التتريـل :

مادة شديدة الانفجار وتستعملها كثيرا القوات الأمريكية .
ويحضر التتريـل فى الصناعة من البنزين (وهو بدوره أحد نواتج
قطران الفحم) وعلى هذا يمكن القول بأن المواد الخام اللازمة
لتحضيره متوفرة ورخيصة ، كما أن طريقة تحضيره أسهل بكثير
من أى من المتفجرات الأخرى . وهو يخلط مع مادة T.N.T.

٦ - حامض البكريك :

مادة صلبة صفراء اللون تذوب فى الماء ، وهو مادة متفجرة
بجانب كونه مادة طبية لمعالجة الحروق . ويحضر فى الصناعة من
البنزين وذلك بأكسدة باستعمال حامض النتريك المركز . وقد
يستعمل الفينول كذلك بدلا من البنزين فى تحضيره (الفينول
مادة تآكل الجلد وهو يدخل فى صناعة صابون الفينيك ويعطيه
رائحته المميزة التى نعرفها جميعا) .

٧ - الأماـتول :

مادة متفجرة تتكون من ٥٠ ٪ من T.N.T. ، ٥٠ ٪ نترات
أمونيوم . ولقد استحدثت هذه المادة أثناء الحرب العالمية الأولى .

٨ - بكرات الأمونيوم :

مادة متفجرة تنتج من اتحاد حامض البكريك السابق ذكره مع
النشادر السائل . وتقل قوة تفجرها عن قوة مادة T.N.T.

٩ - مفرقات الأوكسجين السائل :

تتكون مفرقات الأوكسجين السائل أساسا من خليط من مادة
كربونية تمتص الأوكسجين المسال ، وتتميز هذه المادة الكربونية

بأنها تحترق احتراقاً تاماً ، وينتج عن ذلك انطلاق كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون التى تساعد على الانفجار . ومن عيوب مفرقات الأوكسجين السائل أن قوتها ليست ثابتة ، إذ تتناقص باستمرار نتيجة لتطاير غاز الأوكسجين ، وبالتالي تقل قدرته على الانفجار والتعطيم .

متفجرات ليست للتدمير

(المواد الحافزة ، البادئة والمشعلة)

المواد الحافزة

المواد الحافزة هي مواد متفجرة ولكنها لا تستعمل أساساً فى عمليات التفجير الكبيرة ، بل تعمل بكميات قليلة فقط كمادة تساعد على الانفجار ، ومن تلك المواد فليمينات الزئبق وأزوتيند الرصاص ، وهما مادتان حساسيتان جداً للصدمات والحرارة والنار . وهما تستعملان غالباً فى الأعيرة النارية كمادة تعمل بانفجارها على قذف الطلقات بعيداً الى هدفها . كما أنها تساعد بجانب ذلك على بدء عملية الانفجار ذاتها .

وتحضر مادة فليمينات الزئبق بكميات قليلة نسبياً ، حيث يضاف الزئبق ببطء الى حامض النتريك المركز فتتكون مادة نترات الزئبق ثم يغلى الناتج مع الكحول مدة طويلة ترسب بعدها مادة فليمينات الزئبق . وغالباً ما تضاف كلورات البوتاسيوم الى فليمينات الزئبق حتى تعطى لها أكثر اتساعاً وأقوى انتشاراً . وقد يضاف إليها كذلك مسحوق الزجاج أو مادة T.N.T. (كلورات البوتاسيوم

مادة كيميائية تحتوى على الأوكسجين بكمية كبيرة ، وهى قابلة للانفجار كما أنها تستعمل فى الطب) •

المواد البادئة

المواد البادئة مجموعة من المواد المتفجرة توضع عادة فى غلاف معدنى ، وهى لا تتكون دائما من واحد فقط من تلك المواد الحافزة الشديدة الانفجار والحساسية ، بل تتكون فى الغالب من مخاليط ، من مواد حساسة للاحتكاك مثل كلورات البوتاسيوم مضافا اليها قليل من مادة الصنفرة • ويستعمل المسحوق الأسود كمادة بادئة •

المسحوق الأسود (مسحوق البارود) :

منذ القرن السادس عشر الميلادى والمسحوق الأسود معروف كمادة سريعة الاشتعال • وهو ذو تركيب يقترب كثيرا من النسب الآتية : ٧٥٪ نترات بوتاسيوم (وهى مادة تستعمل سمادا للنبات) ١٥٪ فحم ١٠٪ كبريت (وهو تلك المادة الصفراء المعروفة باسم كبريت العمود) • وهو التركيب الذى حضره الفرنسيون • أما الانجليز فقد استعملوا المسحوق الأسود بالنسب الآتية :

٦٦ر٦٪ نترات بوتاسيوم ، ١١ر١٪ كبريت ، ٢٢ر٣٪ فحم •

ولقد أصبح التركيب الذى حضر به الفرنسيون المسحوق الأسود هو السائد فى الاستعمال ويفضل عند تحضير المسحوق الأسود استعمال نترات الصوديوم بدلا عن نترات البوتاسيوم

لرخص ثمنه ولاحتوائه على كمية أكبر من الطاقة الذاتية التي تظهر آثارها عند الانفجار ، ولكن يعيب نترات الصوديوم أنه ممتيع اذ يمتص بخار الماء من الهواء الجوى بسرعة كبيرة .

أما المخاليط البطيئة الاشتعال فتتكون من نفس المواد التي يتكون منها المسحوق الأسود سريع الاشتعال ، ولكن باختلاف فى النسب التي تدخل بها فى تكوينه بحيث لا تتجاوز نسبة مادة نترات البوتاسيوم ٥٩٪ من الوزن الكلى للمسحوق .

وهناك نوع آخر من المسحوق الأسود يستعمل فى اشغال الحريق ، ويتكون من المواد التالية بالنسب المبينة : ٤٠٪ نترات بوتاسيوم ، ٣٠٪ فحم ، ١٥٪ كبريت .

وتتلخص عمليات تصنيع المسحوق الأسود فيما يلى :

تطحن المكونات كلها طحنا ناعما ، ثم تبطل وتخلط جيدا بحيث تصبح متجانسة تماما . تضغط الخلطة كلها فى صورة كتل متوسطة الحجم ، تطحن الكتل على شكل حبيبات صغيرة ثم تجفف . تجرى فى النهاية عملية غربلة بحيث تفصل الحبيبات ذات الأحجام الدقيقة عن الحبيبات ذات الأحجام المتوسطة عن تلك ذات الأحجام الكبيرة . وتستعمل الحبيبات ذات الأحجام الدقيقة فى عمليات التفجير الصغيرة ، أما الحبيبات ذات الأحجام الكبيرة فيعاد طحنها من جديد الى الأحجام المتوسطة . تغلف الحبيبات ذات الأحجام المتقاربة بعد ذلك بواسطة الجرافيت . ويتم التحكم فى سير كل عمليات تحضير المسحوق الأسود عن بعد ، اذ أنها عمليات خطيرة وعرضة للانفجار فى أية لحظة . وتوضع كل الآلات والمعدات اللازمة لعمليات التصنيع السابقة فى مبان ذات تصميم خاص .

المواد القاذفة

منذ عام ١٨٦٠ والمسحوق عديم الدخان « غير المدخن » يعرف على أنه المادة القاذفة الوحيدة العالمية المستعملة في طلقات البنادق . ويتكون هذا المسحوق من مادة النيتروسيليلوز الغروي ، أما الآن فقد استعمل النيتروجلسرين بجانب النيتروسيليلوز ، وذلك لخواصه التي تفوق النيتروسيليلوز ، من هذه الخواص تحتل اللدانة المكان الأول ، وهي خاصية تسمح باستعماله في قاذفات الصواريخ في صورة أنابيب أو رقائق أو قشور ... الخ .

تصنيع النيتروسيليلوز :

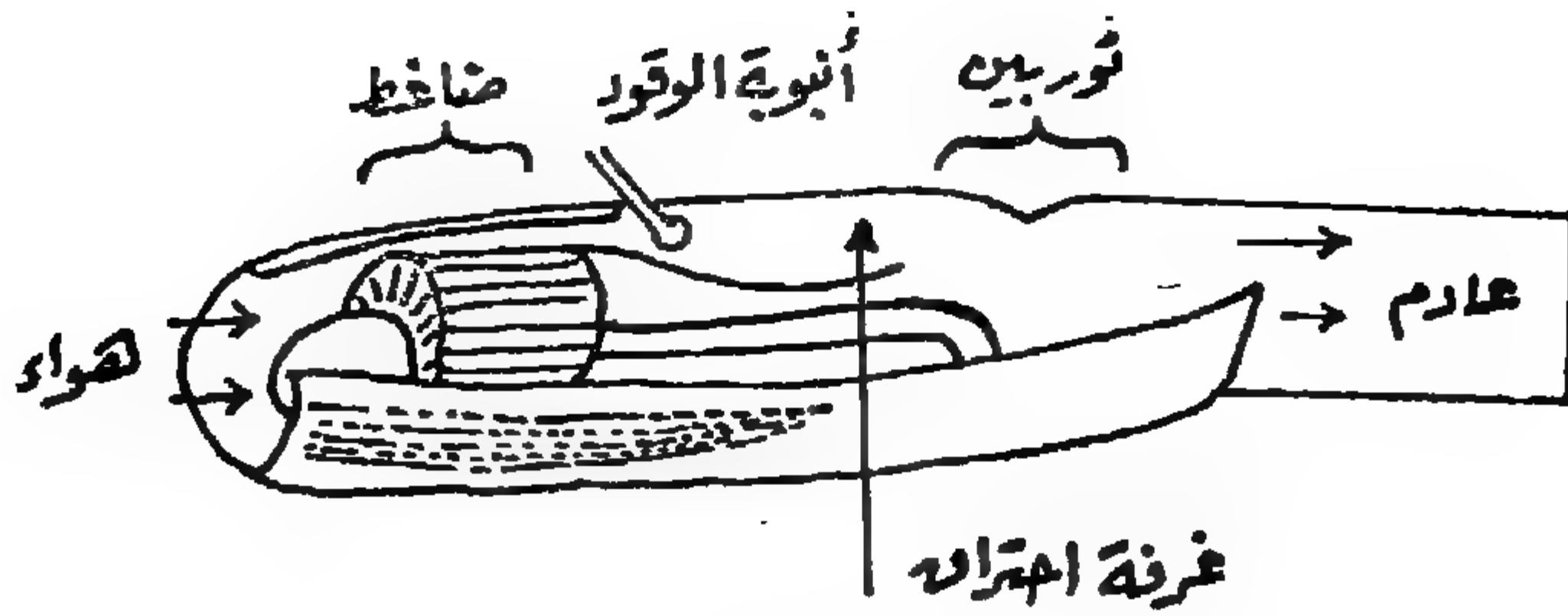
تحضر مادة النيتروسيليلوز المتفجرة في الصناعة بتأثير حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز على السيليلوز (وتعتبر ألياف القطن هي المصدر الرئيسي للسيليلوز) . وإذا ما استعمل حامض النتريك بكمية أكثر أو تركيز أكبر مما يلزم لانتاج النيتروسيليلوز ، فإن الناتج لا يكون مادة النيتروسيليلوز ، بل مركب متفجر آخر هو قطن البارود . وتبدأ عملية تصنيع النيتروسيليلوز بتنقية ندف القطن من المواد الشمعية والبكتينية والمعدنية العالقة به ثم غليه بعد ذلك في محلول من الصودا الكاوية . وبعد انتهاء عملية الغليان يضاف إليه مسحوق قصر الألوان (هيبوكلوريت الصوديوم) لازالة لونه وتبييضه . يجفف ندف القطن ثم يضاف إليه خليط من كل من حامض النتريك المركز وحامض الكبريتيك المركز بالكمية والتركيز المحسوبين لانتاج النيتروسيليلوز حتى لا يتكون أي مركب آخر غيره .

اللازم لاحراق ذلك الوقود حرقا تاما بحيث لا يحتاج الى اوكسجين
من الخارج .

وقد وجد أن أنسب وقود يستعمل لاطلاق الصواريخ هو الذى
يتكون من مخلوط من مساحيق التفجير السابق ذكرها .

وتطلع مدافع البازوكا المضادة للدبابات صواريخ تحتوى على
مادة قاذفة غير تلك التى توجد فى دانات المدافع العادية ، وهى
تفوقها حجما وفاعلية . وينبغى أن تحترق المادة القاذفة تماما قبل
ان تترك القنبلة ماسورة المدفع وذلك حتى توفر الحماية الكافية
للجندى الذى يطلقها ، وحتى تؤكد كذلك دقة اصابتها للهدف .
ولا بد كذلك من أن يكون معدل احتراقها بطيئا ومتجانسا وموحدا ،
ولذلك فانه لا يلزم فى هذه الحالة استعمال مدافع ذات جدران
سميكة حتى تتحمل الضغط الهائل الذى ينتج عن الغازات المتخلفة
عن الاحتراق .

وتختلف الصواريخ فى أحجامها فمنها الصغير ومنها المتوسط
ومنها الكبير ولانتاج صواريخ أكبر من النوع الأول المستعمل فى
مدافع البازوكا يمكن أن يصل نصف قطرها الى ١٢ سم ، كتلك
الصواريخ التى تطلق عادة من مدافع السفن أو من الطائرات ، فانه
ينبغى استعمال نوع آخر من المادة المتفجرة ، وتشكيلها فى صورة
قضبان حتى تتلاءم مع شكل غلاف القنبلة الأسطوانى ، وحتى لا
تسقط من فتحة السفلى ، وحتى يمكن أيضا الاستفادة من اتساع
الدانة الكبير ومن احتراق قضبان المادة المتفجرة ، ولهذا فان معظم
الصواريخ تكون على صورة اسطوانة مدببة من أحد طرفيها .



شكل (٢)

نموذج لآلة احتراق طائلة نفثة حيث يدخل الهواء من مقدم الآلة ثم يضغط حتى يلتقي بالجازولين أو الكيروسين فيحرقه بمعدل سريع جدا . وتعمل الغازات الناتجة عن الاحتراق على ادارة توربين يشغل الضاغط ثم يخرج من فتحة ضيقة في مؤخرة الطائرة ، وبذلك تندفع الطائرة الى الأمام .

ولقد استعملت الولايات المتحدة الأمريكية مخلوطا لحشو الصواريخ يتكون من قطن البارود مضافا اليه ما يساوى وزنه من مادة النيتروسيليلوز ، الذى يعمل فى هذه الحالة ، بجانب كونه مادة متفجرة ، على اكساب المسحوق المتفجر اللدانة أو المرونة المطلوبة . يخلط مع المادتين السابقتين مادة كيميائية أخرى تعمل على تثبيت المتفجر بحيث لا يتحلل قبل ميعاد تفجيره .

ويمكن القول عامة : ان الصواريخ التى تقذف باستعمال مسحوق البارود تكون محدودة الحجم ولكن لانتاج صواريخ أكبر حجما يحسن استعمال مخاليط من الوقود .

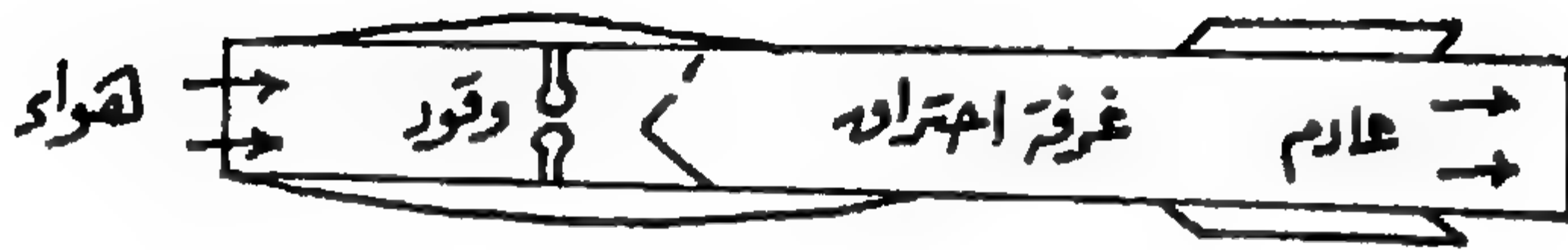
وللتدليل على مدى ضخامة حجم الوقود المستعمل لاطلاق الصواريخ ، فانه يجدر بنا ذكر القنبلة الألمانية V-2 التى كانت

تُحمل ١٨٥٠ رطلا من المواد شديدة الانفجار وتطلق بسرعة تقترب كثيرا من ٦٤٠٠ كيلومتر في الساعة والتي كانت تحمل في نفس الوقت وقودا زنته $\frac{4}{7}$ طنا من الكحول و $\frac{5}{7}$ طنا من الأوكسجين السائل ، ويحترق الوقود كله وزنته ما يقرب من عشرة أطنان في زمن قدره ٦٥ ثانية . وتدفع كل هذه الكمية المضخمة من الوقود الى غرفة الاحتراق باستعمال مضخة صغيرة قوتها ٤٠٠٠ حصان . وتنتج القوة الدافعة لتشغيل المضخة عن تحلل فوق أوكسيد الهيدروجين (وهو ما نسميه عادة بماء الأوكسجين) الى أوكسجين وبخار ماء .

ويمكن كذلك أن تستعمل الطاقة التي تنجم عن تحلل فوق أوكسيد الهيدروجين في أغراض عديدة وبصور مختلفة . ففي توربينات الغواصات يمرر فوق أوكسيد الهيدروجين (ماء الأوكسجين) على طبقة من مادة برمنجنات البوتاسيوم (برمنجنات البوتاسيوم مادة كيميائية صلبة بنفسجية اللون تذوب في الماء وتستعمل في أغراض كثيرة منها التطهير من الميكروبات) فيتصاعد الأوكسجين الذي يستعمل في حرق الوقود البترولي الذي يسير الغواصة . أما بخار الماء الناتج فيعمل مع ماء البحر على تكوين بخار ذي درجة حرارة عالية يمكن الاستفادة منه كمصدر من مصادر الطاقة في الغواصة .

وفي بعض القذائف الصاروخية التي كانت تطلقها ألمانيا مثل قذيفة 1 — V يخلط محلول من برمنجنات البوتاسيوم مع فوق أوكسيد الهيدروجين كالحالة السابقة . ويكون دفع القذيفة في هذه الحالة ناجما عن الدفع في اتجاه يضاد اتجاه خروج غازات العادم الساخنة وهي فكرة الصواريخ عامة .

وتستعمل بعض أنواع الطائرات النفاثة الوقود البترولي مع مادة فوق أوكسيد الهيدروجين في وجود عامل حفاز يساعد على بدء تفاعلهما سويا ليتم الاحتراق الكامل للوقود ولإنتاج الطاقة اللازمة لدفع الطائرة *



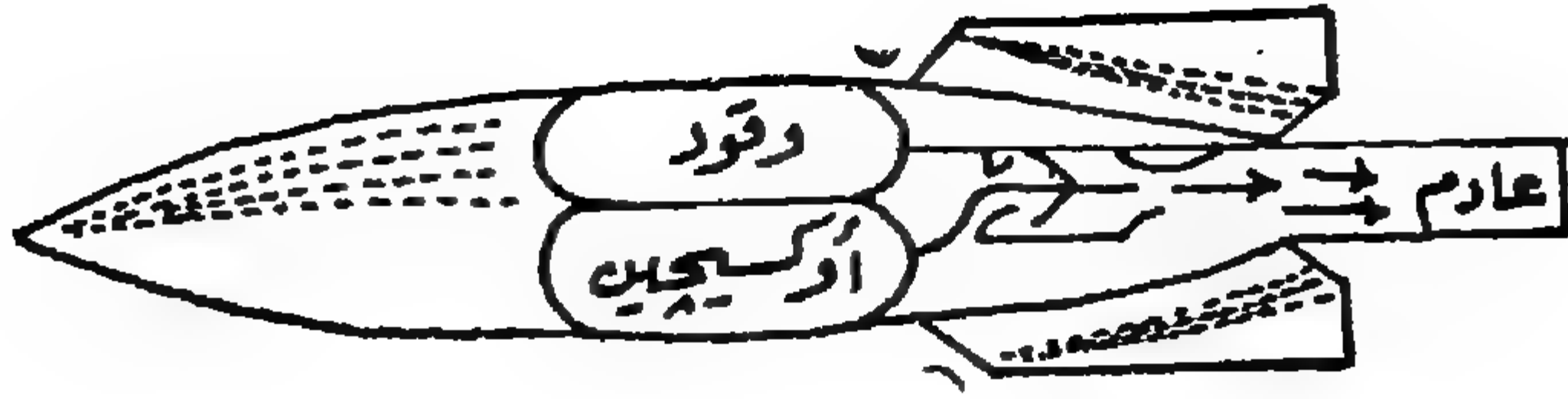
شكل (٣)

يمثل الشكل أبسط أنواع النفاثات ويسمى « الموقد الطائر » ويسير بسرعة ٤٠٠ ميل في الساعة فيندفع الهواء الى داخل الآلة حيث يحترق الوقود وتخرج غازات العادم من الدبل ونتيجة لذلك تندفع النفاثة الى الامام .



شكل (٤)

يبين الشكل صاروخا قصير المدى ، يستعمل الوقود الصلب ويعمل كالصواريخ النارية



شكل (٥)

يبين الشكل صاروخا يحمل معه الأوكسجين اللازم لحرق وقوده وبذلك يمكنه العمل خارج نطاق الكرة الأرضية (لم تظهر به المواد المتفجرة التي فى الرأس) . تستعمل الصواريخ الألمانية V — 2 وقودا سائلا يحترق باستعمال الأوكسجين السائل

جول مين خواص واستعمالات بعض المتفجرات

الاستعمالات	الصفات الأساسية	الحساسية للمدات	سرعة التفجير متر - ثانية	التركيب	الاسم
مكون للدynamيت مفجر لأبار البترول	سائل زيتي يطير عند درجة ٥٠°م متجيز القوام ، لدن ، يعيبا في عبوات ورقية ، يشمل بمسادة	حساس جدا	٧٤٥٠	١٥-٦٠٪ نيتروجلوسرين مع نترات صوديوم	ديناميت مباشر
تفجير مناجم الفحم ، الأرض الصلبة	مفجرة حساس للاحتكاك والحرارة	منخفضة نسبيا	تختلف حسب كمية النيتروجلوسرين	١٥-٦٠٪ نيتروجلوسرين مع كولدبون القطن	ديناميت جيلائيني
تفجير الفواصات	هلامي ، لا يتأثر بالماء ، هفيف التآكل	منخفضة	٦١٠٠	٥٠٪ T.N.T. نترات أمونيوم	T.N.T. إمانول
تفجير تحت الماء ، تعبئة القنابل	يدخن عند الانفجار يعيبا بعد صهورة في القنابل ، يعطي دخانا أبيض لا ينتشر كثير	منخفضة	٦٩٠٠	٦٠٪ نترات أمونيوم T.N.T. ١٥٪	خليط متفجرات نترات الأمونيوم
T.N.T. بديل		منخفضة	تختلف	١٨٪ ألومنيوم ٧٪ فحم	
المدخائر الصغيرة					

الاستعمالات	الصفات الأساسية	الحساسية للصددمات	سرعة التفجير متر - ثانية	التركيب	الاسم
بدائل لمادة فليمينات الزئبق	غير ثابت في الصيف يكون مع التحاس املاحا خطيرة	عالية نسبيا	٧٠٠٠	—	حامض البكريك
قنابل شديدة الاحتراق	غير حساس للاحتكاك والصددمات يتحلل بالحرارة يعبأ في القنابل بالضغط مسحوق ابيض شديد الالتهاب حساس جدا للاستعمال كمادة قاذفة	منخفضة جدا	٦٥٠٠	—	بكرات الامونيوم
شديدة الاحتراق	سهل الانفجار عند السدق بدبوس	منخفضة	تختلف	—	نترات النشا
قذائف مضادة للطائرات عيار ٤٠ مم	احتاج حرارة أعلى من فليمينات الزئبق لانفجاره	عالية نسبيا	٧٢٠٠	—	تتريل
طلقات البنادق	رخيص ، لهب مدخن	عالية جدا	٣٩٢٠	—	فليمينات الزئبق
مادة بادئة في الاخرة النارية		عالية نصف	٥٠٠٠		أزيد الرصاص
مادة بادئة ومشعلة		الفلمينات	٤٠٠	٧٥٪ نترات بوتاسيوم	المسحوق الاسود
وفي قنابل التوجيه والتجربة		منخفضة		١٥٪ فحم ١٠٪ كبريت	

كيمائيات أخرى حربية :

فى الفترة ما بين الحرب العالمية الأولى والثانية ازداد الاهتمام بتطبيق الوسائل العلمية الحديثة على أساليب الحرب ازديادا كبيرا . ثم جاءت الحرب العالمية الثانية فأيدت هذا الاتجاه وشجعتة ، وبهذا انتقلت الحرب الكيميائية من دور التأكيد على انتاج الغازات السامة بأنواعها الى دور انتاج المواد الحارقة كذلك؛ ونجحت فى هذا نجاحا كبيرا ثم بلغ التقدم مداه باستعمال البترول كمادة أولية لهذا الغرض . ومن هنا تظهر أهمية البترول كسلاح من أسلحة الحرب الحديثة الفعالة فى معركتنا التى نخوضها الآن .

ولقد كان استعمال الألمان لغاز الكاور السام فى إبريل عام ١٩١٥ ضد عدو لا يملك القدرة على تحصين نفسه بداية لفكر جديد فى ميدان الحرب الكيميائية ، وليس بدعا فى هذه الناحية وهكذا لم يكن الألمان هم الذين بدأوا هذا النوع من الحروب ، اذ أن الثابت أن أول مجهود عرف فى هذا الشأن كان فى الحرب التى قامت بين الأسبرطيين واليونان القدماء (٤٣١ - ٤٠٤ قبل الميلاد) ، عندما حاصر الأسبرطيون مدينتى بلاتيا Platea و بليوم Belium ، فقد عمدوا الى احضار كتل من الخشب وغمروها فى الزيت حتى درجة التشبع ثم بعده وضعت فى الكبريت ، وقاموا بحرقها تحت جدران هاتين المدينتين على أمل أن تنهار مقاومة اليونانيين ويكون الهجوم أقل صعوبة والنصر أسهل منالا .

ولقد عرفت الغازات الحربية السامة كذلك فى الحروب فى
العصور الوسطى وفى الحروب الحديثة على السواء .

وتغطى الحرب الكيميائية مجال الكيمائيات السامة وستائر
الدخان والمواد الحارقة جنبا الى جنب مع وسائل انتشارها وطرق
الوقاية منها فى نفس الوقت .

وتستعمل كلمة « غاز » فى الحرب الكيميائية كثيرا ، وهى
تطلق على كل مادة غازية كانت ام سائلة ام صلبة تطلق فى الهواء
وتسبب تهيجا فى الرئتين او العينين او الجلد او حروقا فى
الجسم كله .

ولقد حرمت الغازات السامة فى الحروب بناء على قواعد
اخلاقية بمقتضى ميثاق بين الغالبية العظمى من الدول ووقع فى
عام ١٩٢٥ ، ومن المؤسف ان الولايات المتحدة الأمريكية كانت
احدى دولتين لم توقعا على هذا الاتفاق .

وبالرغم من تحريم استعمال تلك الغازات دوليا فانه ينبغى
على الدولة التى تكون طرفا فى نزاع حربي مسلح أن تستعد
للدفاع عن نفسها ضد استعمالها . وليس الخوف من استعمال
الغازات الحربية بواسطة الطرف الآخر هو العامل الوحيد فى عدم
استعمالها ، بل ان طبيعة الحركة فى المعارك الحربية جعلت من
استعمال الغازات أمرا غير طبيعى من الوجهة الحربية الخالصة ،
اذ ربما تلقى الغازات على العدو فى أرض يحتلها بعد قليل الجيش
المهاجم ولا تزال بها آثار من تلك الغازات فتعبرقل تقدم الهجوم
ولا تساعد ، وفى هذه الحالة يكون ضررها أكثر من نفعها . واذا
رجعنا الى الحرب العالمية الثانية وجدنا أن الغازات الحربية لم
تستعمل على نطاق واسع لعدم كفايتها ، ولذلك اتجه العلماء
والباحثون فى هذا المجال الى تحسين طرق انتاجها وفعاليتها

ولقد كان لالقاء المواد الحارقة من الجو اثر فعال فى تخريب المنشآت الصناعية للعدو مما حدا بالباحثين فى هذا المجال الى استنباط انواع جديدة من المواد الحارقة يمكن أن تعبأ بها القنابل وكان البترول أهم مادة أولية استعملت فى هذا الغرض لوفرنه ورخص ثمنه وتنوع المنتجات التى يمكن تحضيرها منه ولكفاءة تلك المنتجات فى تأدية الغرض المطلوب .

ومن نتائج الأبحاث التى أجريت فى هذا الموضوع ظهور نوع من الكيمائيات الحربية يسمى بالمواد الحربية البترولية وهى مواد يستعمل فيها الجازولين السميكة لتعبئة القنابل الحارقة واستغلالها كمادة أولية ثبتت أهميتها عند استعمالها فى قاذفات اللهب .

الغازات الحربية

تعتبر الغازات الحربية واحدة من المواد الكيميائية المستعملة فى الحروب غير المواد المتفجرة والمواد الحارقة ، وتكون الغازات الحربية المضروفة فى هذا المجال فى احدى صور ثلاث ، فهى اما فى شكل غازات او على صورة سائل او مواد صلبة . وهى تستعمل فى الحرب اما لاجداث الحرائق او مختلف التأثيرات المادية بجانب بث الدعر فى نفس العدو .

ويختلف تأثير الغازات فى الحرب عن تأثير الأسلحة التقليدية المعروفة فيما يلى :

- ١ - لا تؤثر على حيز محدود ثابت بل تنتشر فى مساحة كبيرة .
- ٢ - قد تؤثر تأثيرا فوريا او قد يدوم تأثيرها الى امد طويل يستمر من دقائق حتى الأسابيع تبعا لنوع الغاز المستعمل .

٣ - تنتشر بسهولة فى الأركان وتنفذ الى الشقوق فى مساحات كبيرة بحيث تغطيها تماما وبذلك تصل الى كل الأجزاء مهما كانت طبيعة حمايتها .

٤ - تؤثر على كل الأشخاص فى مساحة معينة بالتساوى أما الأسلحة التقليدية فلا تقتل أو تصيب الا من توجه اليه مباشرة .

٥ - تنتج آثارا كثيرة تتوقف على نوع الغاز المستعمل وعلى استعداد الأشخاص للتأثر بها وهكذا يختلف تأثيرها من مجرد اسالة الدموع الى الموت السريع .

٦ - تحدث اثرا نفسيا عميقا بجانب الأثر الفسيولوجى الذى يحدث فى أجهزة الجسم .

وكنتيجة لكل العوامل السابقة تستعمل الغازات الحربية ضد القوات المحاربة فى الأغراض الآتية :

١ - أحداث أضرار خطيرة «بخلاف الموت» وبذلك تؤثر على قوة العدو الضاربة وبالتالي تزيد من أعبائه فى تحمل مسئولية العناية بأعداد كبيرة من القوات المشلولة تماما عن العمل .

٢ - لتعمل على الاقلال من حرية حركة العدو وقواته الضاربة وذلك باجبارها على ارتداء الأقمعة الواقية التى تحد من حركته الجسدية .

٣ - للاخلاء الجبرى لبعض المواقع ولإعادة احتلال البعض الآخر وذلك بمائها بغاز بطلء الانتشار ثابت لا يتحالى .

٤ - لبث شعور بالقلق والخوف من استعمال غاز آخر ، قد يتبادر الى ذهن العدو أنه أقوى اثرا .

وبجانب ما ذكر تستعمل الغازات خلف جبهة القتال لتعويق
أو لإيقاف النشاط الصناعي للعدو إيقافاً تاماً ولتجعل من
الإمدادات والتموين مواد غير صالحة للاستعمال .

وتعمل الغازات فى نفس الوقت على بث الرعب فى نفوس
السكان المدنيين بنشر القلق والخوف واضعاف روحهم المعنوية
وبالتالى تعجيل شعورهم بالاستسلام .

خواص الغازات الحربية

لكى يكون الغاز صالحاً للاستعمال للأغراض الحربية لابد من
أن تتوفر فيه شروط معينة بعضها يختص بطريقة تحضيره ونشره
ويتصل البعض الآخر بالاحتياجات التكتيكية .

المتطلبات الصناعية

١ - المواد الخام :

نظراً لاستعمال الغازات الحربية بكميات كبيرة فلا بد من أن
تكون المواد الأولية اللازمة لتصنيعها متوفرة ورخيصة حتى فى
أيام الحرب . فإذا لم يتوفر لبلد الحصول على تلك الخامات ، كان
لابد له من البحث عن مصادر أخرى من بلاد أخرى تمدّه بها بكميات
تفى حتى بحاجات التخزين .

٢ - سهولة التصنيع :

ويأتى فى المقام الثانى من الأهمية بالنسبة للمواد الخام سهولة
التصنيع إذ كلما زاد تعقيد طريقة إنتاج الغازات زاد الاحتياج
الى الخبراء والأفراد المدربين والأجهزة المعقدة ، الأمر الذى يجب

تلافيه وخصوصا أيام الحرب ، اذ تعمل كل الأجهزة من اجل
المجهود الحربى وامداد الجيش بالذخيرة والمعدات والمؤن .

٣ - الثبات الكيميائى :

ومن الأمور الهامة كذلك التى يتطلبها تحضير مركب كيميائى
ناجح للاستعمال كغاز حربى سهولة تخزينه لفترة طويلة دون أن
يتحلل أو يتجمع فى صورة مركب آخر قد لا يكون له الأثر المطلوب .
كما لا ينبغى كذلك أن يتأثر الغاز بالماء أو أن يكون تأثيره فى
اضيق الحدود حتى لا يفقد كل خواصه ، ولا تازم احتياطات
كثيرة عند تعبئته أو نقله .

٤ - المقاومة للعوامل الطبيعية :

ينبغى الا يتأثر الغاز بالحالة الجوية مثل الحرارة والرطوبة
أو بالضغط الناتج عن الانفجار عند القاء القنابل ووسائل الانتشار
الأخرى . كما يجب كذلك ألا يكون قابلا للاشتعال ، اذ لو حدث
واشتعلت محتويات قنبلة الغاز عند القائها فستفقد القنبلة
محتوياتها وتصبح عديمة الفائدة .

٥ - الحالة الطبيعية :

تعتبر الحالة الطبيعية التى يوجد عليها الغاز من أهم العوامل
الفعالة فى نشره والتى تتحكم الى حد كبير فى كيفية استعماله
وهكذا ننظر الى الحالة الصلبة للعامل الكيميائى على أنها اصلح
حالاته التى يسهل استعماله فيها بكفاية منقطعة النظر ، اذ تملأ
المادة الصلبة كل حيز القنبلة ، بينما لو استعملت مادة سائلة فى
حشو القنابل فانه يلزم ترك فراغ فى القنبلة ليجذبه احتياجات

تمدد السائل بداخلها ، أما اذا استعمل الغاز على صورته الأصلية فيبذل فى هذه الحالة مجهود كبير لتعيئته تحت ضغط عالى أو درجة حرارة منخفضة ، الأمر الذى يستلزم استعمال قنابل ذات جدار سميك لتحمل الضغوط العالية .

٦ - درجة الانصهار ودرجة الغليان :

وأخيرا ينبغى الا تتأثر المادة الصلبة المستعملة - كغاز حربى - بتقلبات الجو وذلك بأن تكون درجة انصهارها (أى تحولها من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة) أعلى من أى درجة حرارة يمكن أن يصل اليها الجو . وينطبق هذا على المواد السائلة أيضا اذ يجب أن تكون درجة غليانها فوق أى درجة حرارة يمكن أن يصل اليها الجو كذلك حتى لا تغلى وهى بداخل القنبلة فى الجو الحار وتكون عرضة للانفجار قبل استعمالها .

المتطلبات التكتيكية :

تختلف الاحتياجات التكتيكية كثيرا عن الاحتياجات التكتيكية (متطلبات التصنيع) . وبينما تشابه الاحتياجات التكتيكية الى حد كبير فى جميع الغازات ، نجد أن الاحتياجات التكتيكية تختلف من غاز لآخر . فعند استعمال الغاز على أرض سوف تحتلها الجيوش المهاجمة ، ينبغى أن يكون هذا الغاز من النوع غير الدائم ، حتى لايسبب تعويقا للقوات المهاجمة ، ولا نكون بعيدين عن الواقع اذا قلنا بأن الغازات الدفاعية يجب أن تكون من النوع الثابت الدائم حتى تؤثر على مجهود العدو الحربى ، وبالعكس تكون الغازات الهجومية اذ يجب أن تكون من النوع غير الثابت سهل التطاير حتى لا تؤثر بشباتها على حركة الجيش المحتل .

ومن ناحية أخرى ينبغي ألا تكون كثافة الغاز كبيرة إذ يتجه إلى الأرض ويلتصق بها ويصبح عديم الفائدة ، كما لا ينبغي كذلك أن تكون كثافته قليلة ، وبالتالي يتطاير الغاز في طبقات الجو العليا ، وفي هذه الحالة يكون في مدى مرتفع عن مجال تأثيره على الجنود أو السكان ، بل يجب أن تكون كثافة الغاز متوسطة بين هذا وذاك حتى يظل الغاز معلقاً في الجو على ارتفاع يقرب من ١٨٠ سم من الأرض وهو متوسط طول الإنسان ، وبالتالي يظل دائماً في حدود فاعليته وتأثيره على الجنود . ولا تستعمل الغازات ذات الكثافة العالية إلا في حالة البحث عن الجنود المختبئين

ومن الأمور الهامة كذلك في تكتيك استعمال الغازات في الحروب أن تكون على درجة عالية من السمية بحيث تكون فعالة وقاضية . وأن تكون كذلك عديمة اللون والرائحة حتى لا يستطيع العدو تمييزها والاحتياط لمقاومتها بل يفاجأ بها .

ومن الشروط الأساسية كذلك الواجب توفرها في الغازات الحربية أن تكون ذات قدرة كبيرة على النفاذ ، وأن تكون مضاعفة الأثر أي تؤثر في أكثر من اتجاه ، فهي قد تكون حارقة بجانب كونها خائقة ، أو أن تكون مسيلة للدموع علاوة على أحداثها للشعور بالغثيان وهكذا .

ويكفي للتدليل على قوة الغازات الحربية ومدى تأثيرها على الإنسان أن نعلم أن ٢٠ من ١٠٠٠ جزء من الجرام من غاز الخردل تكفي عند استنشاقها للقتل . وقد وجد أن الطن الواحد من غاز الخردل هذا يكفي لقتل ٤٥ مليوناً من البشر .

أنواع الغازات :

تقسم الغازات الحربية من حيث تأثيرها على الإنسان إلى الأنواع التالية :

١ - غازات حارقة :

تترك هذه المواد - سواء اكانت صلبة ام سائلة ام فى شكل رذاذ يظهر كما لو كان غازا - آثارا على الجلد تختلف فى شدتها من البثور الصغيرة حتى التآكل الكبير . وهى من النوع الذى لا يجدى معه الوقاية باستعمال الأقنعة الواقية .

٢ - غازات مهيجة للرئتين :

وهى مواد تنتج حروقا ، أو تهيجا بالغ الشدة فى الغشاء المخاطى المبطن لقنوات وشعب الجهاز التنفسى قد تقضى الى الموت .

٣ - غازات مثيرة للحساسية :

وهى غازات تؤدى عند استنشاقها ولو بكميات ضئيلة جدا الى العطس والصداع يعقبه شعور بالرغبة فى القيء ثم هبوط جسمانى . ويطلق هذا النوع من الغازات فى الجو فى صورة رذاذ دقيق جدا يبدو كالغاز .

٤ - غازات مسيلة للدموع :

وهى مواد مهيجة تعمل على ادرار الدموع بغزارة وتسبب تهيجا شديدا ، ولكنه مؤقت فى أغشية العين بحيث ينتج عنها عمى مؤقت يدوم طويلا .

٥ - غازات سامة :

وهى تؤثر على الجهاز العصبى المركزى فتسبب شللا يؤدى الى الموت كما يمكن كذلك تقسيم الغازات الحربية من حيث طبيعتها ودوامها الى نوعين :

١ - غازات ثابتة :

ويحتوى هذا النوع على الغازات التى تتطاير ببطء ، وعلى هذا فان تأثيرها يدوم لفترة طويلة ، اذ لا تنتشر فى الجو بسهولة .
كما تتحلل هذه الغازات بفعل الهواء الجوى تحللا بطيئا يزيد من فاعليتها . وتظل هذه الغازات معلقة فى الجو بنفس الصورة التى تلقى بها . ويعد هذا النوع من انغازات من أكفا ما يستعمل لهذا الغرض . ومن أمثلة هذه الغازات يحتل غاز الحردل مكان الصدارة .

٢ - غازات غير ثابتة :

ويحتوى هذا النوع على مجموعة من الغازات لها صفات تختلف كثيرا عن صفات غازات النوع الثابت ، وتلك فتأثيرها سريع لسهولة تحللها ، قليل الدوام لسرعة انتشارها وتوزعها فى الجو . ويعتبر غاز الفوسجين مثلا واضحا لهذا النوع من الغازات .

ويصلح النوع غير الثابت من الغازات الحربية للاستعمال ضد المواقع قبل بدء الهجوم عليها بوقت قليل لشل حركة العدو مؤقتا بعكس غاز الحردل الذى يعمل على بث الرعب بين صفوف العدو اذ يدوم أثره طويلا يرتبك معه العدو ويفقد سيطرته على نفسه .

ويبين الجدول التالى عددا من الغازات الحربية ونوع تأثيرها (ومدة فاعليته) وكيفية الوقاية منها .

الغاز	نوع التأثير	مدة فاعلية التأثير	نوع المنع الواقى
انكلور	مهيج لأغشية الرئة	١ دقائق	نفخم وجير الصودا
الفوسجين	" "	١٠-٣٠ دقيقة	" "
الخرذل	حارق	١-٧ أيام	الفحم
لويزيت	" "	١-٧ أيام	" "

وسائل نشر الغازات الحربية :

تختلف أساليب نشر الغازات الحربية عموما باختلاف نوعها ، وحسب نوع الموقع الذى سيهاجم ، ونوع الأثر المطلوب احدثه . ومن الوسائل العديدة المستعملة فى هذه الناحية ومن أكفئها كذلك : أغلفة المواد الشديدة الانفجار وهى ما تسمى بقنابل الغاز ، والهاون الكيميائى عيار ٢٢ ر ٤ بوصة ، والقنابل التى تلقى من الجو ، والأسطوانات الكيميائية (وهى ما تسمى عادة بالشموع) ، وذلك بجانب القنابل اليدوية .

ولقد كان لمدافع الهاون عيار ٢٢ ر ٤ بوصة تاريخ حافل فى الحرب العالمية الثانية ، اذ أن المدفع سهل الحمل ويتميز بماسورة انطلاق تعطى الطلقة مدى أكبر ودقة بالغة فى إصابة الهدف واشتعالا سريعا . ومن هنا تبدو الأهمية القصوى لاستعمال هذا المدفع لانقاء القنابل شديدة الانفجار ، ولهذا فهو يستعمل بواسطة القوات البرية والبحرية ، وبالذات الضفادع البشرية ، كما أنه ملائم تماما لقصف مدافع العدو قبل انزال المعدات الحربية الى الساحل .

وقد يطلق غازان من هذه الغازات فى الجو وبمجرد تلامسهما يتفاعلا وينتج عن ذلك حدوث الأثر المطلوب . وتدفع هذه الغازات فى كثير من الأحيان من خزانات توجد تحت أجنحة الطائرات التى تعمل على نشرها فى الجو .

طرق الوقاية من الغازات :

للوقاية من تأثير الغازات السامة أو الحربية عامة ، ينبغي أن يكون هناك جهاز أو وسيلة تمنع وصول تلك الغازات الى أماكن تأثيرها من جسم الانسان مثل العينين والرئتين ، ومن هنا كانت أهمية انتاج الأقنعة الواقية من الغازات . وتحتوى تلك الأقنعة على مواد كيميائية مختلفة ، تعمل كلها على ادمصاص الغازات (تعنى كلمة ادمصاص Absorption التصاق الغاز بالسطح الصلب للمواد الكيميائية الموجودة داخل القناع ، وليس النفاذ بداخلها ، بعكس كلمة امتصاص Absorption التى تعنى الى حد كبير النفاذ بالداخل أو بمعنى آخر الذوبان مثل ذوبان الغازات فى السوائل كما فى حالة المياه الغازية ، اذ يذوب غاز ثانى أوكسيد الكربون فى السائل تحت ضغط كبير ، وعند ازاحة هذا الضغط بازاحة غطاء الزجاجاة يتصاعد كثير من الغاز الدائب) .

وتحتوى الأقنعة الواقية بجانب المواد الكيميائية المختلفة على مرشحات تساعد المواد الكيميائية على القيام بعملها بكفاية تسمح بالوقاية .

اما فى حالة القنابل الحارقة أو المواد الحارقة عامة سواء كانت غازية أم سائلة أم صلبة ، فانه يلزم فى هذه الحالة ارتداء ملابس تتكون من نسيج يدخل فى تركيبه مواد بلاستيكية غير منفذة حتى لا تصل المواد الحارقة الى الجلد ، كما يحسن كذلك استعمال أحذية خاصة حتى يمكن بهذا تغطية الجسم كله .

وقد استعملت حتى عام ١٩٤٢ أقنعة للوقاية من تأثير الغازات السامة بها مادتان كيميائيتان منفصلتان عن بعضهما البعض ، وتوجدان بداخل القناع على التتابع ، وكانت احدى هاتين المادتين هى الفحم المنشط الذى يرسب بداخله كمية من النحاس ، أما

المادة الثانية فكانت جير الصودا • ويتكون جير الصودا عادة من المواد الآتية :

١ - الجير المطفئ وهو المادة الفعالة الأصلية التي يلتصق بسطحها الغاز المراد الوقاية منه •

٢ - سمنت بورتلاند : ويوجد بكمية قليلة فقط حتى تعطى الخلطة الكلية الصلابة المطلوبة •

٣ - الكيسلجور : وهي مادة طينية وتعمل في القناع على زيادة حجم الكتلة النهائية •

٤ - الصودا الكاوية : وتعمل على تنشيط الجير المطفئ وزيادة قابليته لادمصاص الغاز الى سطحه •

وتصنع المادة أو الخلطة النهائية لكل تلك المواد السابقة في صورة حبيبات ويرش عليها قليل من محلول برمنجنات الصوديوم أو البوتاسيوم ، وذلك بفرض التخلص من المواد الضارة التي قد توجد في الفحم ، أو من المكونات الأخرى التي توجد على صورة شوائب تقلل من نشاطية محتويات القناع •

ومن أهم الصفات التي يجب أن تتوفر في الفحم حتى يكون نشطا وصالحا لادمصاص الغازات ، أن يكون مساميا الى أبعد الحدود وأن تكون تلك المسام دقيقة جدا ، وذلك لزيادة السطح الفعال فيه • ويتم ذلك أثناء تصنيع الفحم المستعمل لهذا الغرض اذ يقطع الخشب في شكل شرائح دقيقة جدا ، ثم يجرى تفحيمها في قمائن دوارة عند درجة حرارة تصل الى ٤٠٠م ، ثم يعالج الخشب بعد ذلك ببخار الماء المسخن حتى درجة حرارة ٩٠٠م •

ويعمل الفحم والمحتويات الأخرى بالقناع على ادمصاص كمية كبيرة من الغازات كما تعمل بجانب ذلك على إزالة المواد غير المرغوب فيها الداخلة الى الرئتين في عملية التنفس أو الى العينين ، وذلك بتكثيفها وتحويلها الى سوائل أو مواد تلتصق بسطح الفحم والمكونات الأخرى . ولزيادة نشاطية الفحم المستعمل في الأقنعة تضاف اليه مادة كبريتات النحاس اما منفردة أو متحدة مع البوتاسا الكاوية أو نترات الفضة (كبريتات النحاس مادة كيميائية صلبة زرقاء اللون وتسمى عند العامة باسم التوتيا الزرقاء أما نترات الفضة فهي أيضا مادة كيميائية صلبة بيضاء اللون وتستعمل في الطب لمس العيون تحت اسم حجر جهنم) ؛ وتعمل كل تلك المواد الجديدة المضافة الى الفحم على تحليل المركبات التي تقلل من نشاطيته ، ثم التخلص منها .

طرق تصنيع الغازات الحربية :

وذكرنا سابقا انه لتصنيع الغازات الحربية لابد من توافر المادة الخام ، ولا بد كذلك من أن تكون اجراءات تحضيرها من السهولة بمكان ، وذلك ما هو واقع فعلا ، ولكن يستلزم تحضيرها بعض الاجراءات الوقائية . وفيما يلي فكرة عامة عن المواد الأولية اللازمة لتحضير بعض هذه الغازات :

١ - غازات مسمية للدموع ((غاز كلور اسيتوفينون)) :

يلزم لتحضيره المواد الخام الآتية : حامض الخليك ، غاز الكلور التجارى ، الكبريت ، البنزين وبخار الماء وذلك باستعمال عامل مساعد مثل كلوريد الألومنيوم .

٢ - غازات مهيجة للرئتين ((غاز الفوسجين)) :

ويتكون بتفاعل جزئيات متساوية من غاز أول أوكسيد الكربون (وهو أحد مكونات غاز الاستصباح) وغاز الكلور • ويلزم لتصنيع غاز الفوسجين المواد الخام الآتية : الهواء ، الفحم وغاز الكلور •

٣ - غازات مثيرة للحساسية ((غاز الخردل)) :

تستعمل فى تحضيره المواد الخام : الكحول الأيثيلى ، الكبريت وغاز الكلور •

٤ - غاز الكلور :

يحضر هذا الغاز بالتحليل الكهربائى لمحلول ملح الطعام .

٥ - غاز كلورو بكرين :

يحضر هذا الغاز بتأثير غاز الكلور على حامض البكريك .

(لم أدخل فى تفاصيل تحضير هذه الغازات لبعدها عن مستوى هذا الكتيب) وفيما يلى جدول يحتوى على بعض الغازات الحربية ، وصفاتها المختلفة ، من حيث ثباتها صيفا وشتاء ، ونوع تأثيرها على جسم الانسان ، ومدة هذا التأثير ، ومدى تأثيرها بالماء .

الفاز	الثبات صيفا	الثبات شتاء
كلور أسيتوفينون	صلب لمدة عدة أيام يدوم عند حرقه ١٠ دقائق	صلب لمدة أسابيع ١٠ دقائق عند حرقه
الفوسجين	١٠ دقائق في الهواء الطلق ٣ دقائق في الاحراش	٢٠ دقيقة في الطلق ساعتان في الاحراش
كلور بكرين	١ ساعة في الطلق ٤ ساعات في الاحراش	١٢ ساعة في الطلق اسبوع في الاحراش
سيانيد الهيدروجين	٥ دقائق في الطلق ١٠ دقائق في الاحراش	١٠ دقائق في الطلق ساعة في الاحراش
الخردل	٢٤ ساعة في الطلق اسبوع في الاحراش	عدة أسابيع في الطلق والاحراش
لوزيت	٢٤ ساعة في الطلق اسبوع في الاحراش	اسبوع واحد
كلارك ١	٥ دقائق عند نشره بالقنابل ، ١٠ دقائق عند نشره بالشموع الكيميائية	مثل الصيف
كلارك ٢	كالسابق	كالسابق

نوع التأثير	التأثير بالماء	الثبات عند التخزين	التركيز القاتل ملليجرام/لتر
مهيج للجلد والعين	لا يتأثر	ثابت	٣٤ و. لمدة نصف ساعة ٨٥ و. لمدة ١٠ دقائق
يحرق الرئة ويسبب خروج الماء من الأنسجة	يتحلل سريعاً	ثابت في أوعية جافة من الصلب	٣٦ و. تعرض ٣٠ دقيقة ٥٠ و. تعرض ١٠ دقائق
يهيج الأذن والحنجرة والرئة . شعور بالقيء والضيق	يدوب بكميات ضئيلة جداً	ثابت جداً في أوعية من الصلب	٨٠ و. تعرض ٣٠ دقيقة ٢٠٠ و. تعرض ١٠ دقائق
شلل الجهاز العصبي الرئيسي المركزي	يدوب ويتحلل ببطء	ثابت عند ازابته في مذيبيات	١٥ و. تعرض ٣٠ دقيقة ٢٠ و. تعرض ١٠ دقائق
يدوب في الجلد والزئبق وتحدث حروقاً (يلتهب) يدوب في الجلد ويحدث حروقاً وتسماً (يلتهب)	يتحلل ببطء	ثابت وهو في أوعية من الصلب	٧ و. تعرض ٣٠ دقيقة ١٥ و. تعرض ١٠ دقائق
	يتحلل بسرعة	ثابت وهو في أوعية من الصلب	٤٨ و. تعرض ٣٠ دقيقة ١٢ و. تعرض ١٠ دقائق
عطس ومذاق وقيء	يتحلل ببطء	يتحلل ببطء	٦ و. تعرض ٣٠ دقيقة ١٥ و. تعرض ١٠ دقائق
عطس ، مذاق وقيء	لا شيء	ثابت جداً	١ و. تعرض ١٠ دقائق

ستائر الدخان

تعرف المواد الكيميائية التي من هذا النوع بأنها مواد تنتج عند انتشارها في الهواء سحباً كثيفة تتكون من مواد صلبة أو سائلة أو غازية ، وتكون مجزأة تجزئاً دقيقاً جداً ، أو أن تكون خالطاً من أكثر من واحدة منها . وتستعمل ستائر الدخان لتغطية الجيوش أثناء العمليات الحربية ، أو التمويه على تحركات القوات المحاربة .

والسحاب الدخاني القياسي - أي الذي يتخذ أساساً لقياس قوة أي سحاب آخر لتقدير صلاحيته ومدى استعماله - هو ذلك السحاب الذي يبلغ سمكه ٣٣ متراً تقريباً ، بحيث يحجب تماماً ضوء مصباح كهربائي قوته ٢٥ شمعة .

وهناك نوعان من ستائر الدخان أو السحب الكيميائية التي يمكن استعمالهما في هذا المجال : سحب بيضاء ، وسحب سوداء .

ومن المعلوم أن السحب البيضاء أقل انفاذاً للضوء من السحب السوداء ، ولكن لا يتوقف صلاحية سحب الدخان للتغطية على مدى نفاذ الضوء منها بل على النسبة المئوية للأشعة المنحرفة عنها عند سقوطها عليها ، وعلى ذلك تحجب سحب الدخان الأبيض أكثر مما تحجب سحب الدخان الأسود وذلك لقدرتها الكبيرة على كسر الضوء .

وبين الجدول التالي بعض أنواع السحب ولونها ومصادر تكوينها وقوة تغطيتها .

المادة	السحب الناتجة	قوة التغطية
الفوسفور الأبيض أو الأصفر	بيضاء	٣٥٠٠
الضباب الصناعي (بخار ماء وبخار زيت وقود)	بيضاء	-
الزيت الحام (خليط من مواد هيدرو كربونية)	سوداء (ينتج عن احتراق غير كامل)	٢٠٠
مخلوط ثالث أكسيد الكبريت	يحتاج لنسبة عالية من الرطوبة ليعطى سحبا بيضاء	٢٢٤٠

ويتوقف ظهور بعض سحب الدخان الصناعية المستعملة في الحروب على عدة عوامل ، نذكر منها عاملا هو أهمها ، وهو مقدار الرطوبة التي في الجو ساعة اطلاقها ، اذ أن بعض المواد الكيميائية مثل حامض الكبريتيك المركز وحامض الهيدروكلوريك المركز ، لا تنتج السحب الا في جو مشبع ببخار الماء .

ومن المواد التي تنتج سحب الدخان ، ما يدخل في تركيبه عنصر الألومنيوم أو الزنك ، وفي هذه الحالة تصنع المادة في صورة شمعة يضاف اليها العنصر المطلوب ، وعند احتراقها تنتج دقائق صغيرة من الفحم نتيجة الاحتراق مع دقائق من الألومنيوم وأخرى من الزنك تكون كلها مجتمعة سحب الدخان .

ومن المواد التي تنتج سحب الدخان كذلك الفوسفور الأبيض اذ يعمل بتفاعله مع الأوكسجين الجوي على تكوين مركب كيميائي يتحد مع بخار الماء الموجود بالهواء الجوي ليكون سحبا بيضاء كثيفة .

وتستعمل القوات المسلحة في بعض الأحيان سحبا من الدخان ملونة لاعطاء اشارات معينة أو لتمييزها عن العدو ، وتتكون من مواد كيميائية تعطى سحبا من الدخان الأبيض ، وتنطلق معها في نفس الوقت أصباغ تعطى اللون المطلوب .

وتعمل الجيوش على نشر هذه السحب بوسائل متعددة ، احدى هذه الوسائل هي الرش بالطائرات (مثل رش المبيدات الحشرية من الجو) وذلك باستعمال خزانات بها تلك المواد تحت ضغط . ومن وسائل نشر تلك السحب كذلك استعمال أغلفة متفجرة تحتوى على المادة الكيميائية التى تنتج سحب الدخان ، بحيث تنطلق السحب عند انفجارها كما يحدث عند تفريق المظاهرات باستعمال قنابل الدخان .

وتستعمل القوات البحرية أوعية عائمة لتنتج الدخان لحجب الموانئ والشواطئ عن الأعداء ، ولا تتأثر تلك الأوعية بالماء . ومن الوسائل المتبعة كذلك فى نشر سحب الدخان استعمال المولدات التى تعمل على تقطير زيت الوقود مع بخار الماء فينتج عنهما كميات هائلة من الضباب الصناعى يغطى مساحات شاسعة فى دقائق قليلة .

المواد الحارقة

النابالم

للقنابل الحارقة أشكال متعددة تختلف كل منها عن الأخرى فى طريقة تعبئتها ونوع المادة التى تكون عبوتها ، وكذلك المعدن الذى يصنع منه غلافها ، وحجم هذا الغلاف . والاثـر الذى تتركه القنبلة عند الاحتراق .

وقد استعملت فى الحرب العالمية الثانية أشكال متعددة من القنابل الحارقة كان أكثرها شيوعا ، القنبلة الحارقة زنة أربعة أرطال . وتتميز هذه القنبلة بأنها سداسية الشكل ، طولها ٥٣ سم ويصنع غلافها من المغنسيوم وتتكون عبوتها من مخلوط (الثرميت) «مخلوط الثرميت يشبه تكوينه الى حد كبير تركيب مخلوط سيخ

اللحام» . وينتج عن احتراق الثرميت انطلاق كمية هائلة من الحرارة تعمل على صهر المغنسيوم الذى يكون جدار القنبلة ، وتنطلق قطع المغنسيوم المنصهرة الى مسافات تصل ١٧ مترا .

ومن القنابل الحارقة نوع آخر يزن ستة ارطال ، ولكن غلافها من الصلب وطولها ١٧ سم ، وتحتوى تلك القنبلة على مادة حارقة شديدة الأثر تتكون من جازولين فى صورة جيلاتينية مضافا اليه مادة النابالم ، يعبأ مخلوط المادتين فى كيس من القماش السميك ويوضع داخل القنبلة مباشرة بدون تغليف . أما القذيفة ذاتها فتنتطلق باستعمال المسحوق الأسود السابق ذكره كمادة قاذفة الى مسافة تصل الى ٧٠ مترا .

النابالم :

مركب النابالم الذى يدخل فى تكوين معظم القنابل والمساحيق والسوائل الحارقة من المواد الكيميائية التى استرعت الانتباه فى الحرب التى دارت رحاها فى بلدنا هذه الأيام . وقد كانت أحد الأسلحة الفادرة التى استعملها العدو فى حرب لم تتسم أبدا بخلق ، فمادة النابالم — كالفازات السامة — محرمة دوليا .

والنابالم مادة كيميائية تتكون من عدة أنواع من الصابون المعدنى (أى صابون عادى يدخل فى تركيبه معدن الألومنيوم .) ويتكون مخلوط الصابون هذا من الصودا الكاوية ، مضافة الى زيت جوز الهند وأى زيت نباتى آخر ، يدخل فى تركيبه حامض الأوليك ، وهو تركيب الصابون العادى الذى نستعمله فى منازلنا .

وتحضر مادة النابالم فى الصناعة وللأستعمال الحسرى باضافة الشبة النقية (الشبة مادة نقية كيميائية تتركب من كبريتات بوتاسيوم وألومنيوم معا وهى المادة التى تستعمل فى ترويق مياه الشرب فى المدن) الى الصابون العادى - الذى نستعمله والذى تدخل الصودا الكاوية فى تركيبه - بجانب نوع آخر من الصابون الصناعى . وبعد فترة قصيرة من اضافة الشبه الى الصابون تترسب مادة جيلاتينية هى الصابون المعدنى الذى يعرف بالنابالم . تترك هذه المادة حتى تجف بحيث لا تحتوى عادة الا على كمية ضئيلة من الرطوبة حسب المواصفات المطلوبة.

ولا يستعمل النابالم على حالته التى يحضر بها خالصا ، بل تضاف اليه مواد اخرى لتجهيزه بالشكل المناسب للأستعمال . وعند تجهيز النابالم تصهر المادة الصلبة (الصابون المعدنى) ثم تعبأ فى أوعية معدنية ، ويضاف اليه مادة كيميائية أخرى تسمى ألفا - نافتول . وهذه المادة تمنع تأكسده حتى لا يفسد . يخلط الجميع بالجازولين النقى فينتج مادة جيلاتينية تسمى الجازولين الهلامى أو الوقود السميك . وتختلف درجة لزوجة هذا الوقود حسب كمية النابالم التى تضاف اليه ، ويتوقف ذلك على الغرض المستعمل من أجله . فعند استعمال النابالم فى قاذفات اللهب مثلا يجب أن لا يكون تركيزه أكثر من ٤٪ بينما يصل هذا التركيز الى ٦٢٪ عند استعماله فى القنابل الحارقة الصغيرة . أما فى القنابل الحارقة زنة ستة أرطال فيصل تركيز مادة النابالم فيها الى ٩٪ .

وقد لا يكون الوقود السميك فى بعض الأحيان ذا قوام متماسك بالدرجة المطلوبة ، فيضاف اليه فى هذه الحالة بعض المواد الكيميائية مثل معدن المغنسيوم فيزيد من درجة صلابته ويقلل من هلاميته وبالتالي تزداد لزوجة الوقود . وتعمل مادة

المغنسيوم المضافة ، عمليين في وقت واحد ، فهي تعمل على زيادة سمك الوقود وانتاج حرارة أعلى عند الاحتراق ، ولهيب ينتشر سريعاً وقويًا وذلك لما يتخلف عن الاحتراق من رماد المغنسيوم المتوهج الذي يشع حرارته في اتجاه الأرض .

وتلقى القنابل الحارقة الصغيرة في مجاميع وليست فرادى حتى تغطي المساحة المطلوب احراقها . ويكون ضمن تلك المجموعة من القنابل نسبة معينة من القنابل شديدة الانفجار ، وشحنات من الفوسفور الأبيض لتنتشر الدخان في صورة سحابة كبيرة ، وذلك بفرض التأثير على نفسية الذين يعملون في اطفاء الحرائق . وتضاف في بعض الأحيان الى تلك المواد الحارقة بعض المواد الكيميائية الأخرى تعمل على ابطاء معدل اشتعالها حتى تدوم الحرائق زمنا طويلا يزيد فيه الاشتعال حدة .

وفي حالة استعمال مركب النابالم في صورة مسحوق يلقى من الطائرات تضاف اليه في تلك الحالة مواد لزجة تعمل على زيادة التصاقه بالجلد حتى لا تسهل ازالته، وبالتالي فإنه يمتص بواسطة الجلد ثم يشتعل بعد ذلك داخله فيتمزق الجسم ويتهتك الجلد .

وهناك من القنابل الحارقة نوع آخر يزن ٥٠٠ رطل ويعبأ بمادة النابالم الحارقة وحدها ، أو بالنابالم مخلوطا بالمغنسيوم حتى يزيد من اشتعاله . ولقد كانت أكبر قنبلة حارقة عرفت زنة ١١٠٠ رطل معبأة بالجازولين السميكة ، وهي تشتعل بواسطة قنبلة صغيرة زنة أربعة أرتال متصلة بها ، ويتكون غلافها عادة من معدن المغنسيوم . وينشر هذا النوع من القنابل الحارقة لها يصل في سعته الى مساحة ملعب لكرة القدم ثم

تنتشر بعد ذلك . وفى الحروب الحديثة وصلت أحجام القنابل الحارقة الى أكثر من ذلك بكثير لتزيد من قوة التدمير .

ومن الأنواع العديدة للقنابل الحارقة الصغيرة ، نوع يسمى بقنابل الخفاش الحارقة . وفيها تربط كبسولة صغيرة تحتوى على ما يقرب من ١٧ جم من المادة الحارقة الى جسم الخفاش ، وتسقطها الطائرات على المدن ليلا . ويطير الخفاش بعدها الى أماكن متفرقة حاملا معه الدمار . وعندما يحاول الخفاش تخليص نفسه من تلك الكبسولة المربوطة به يشتعل الجازولين الهلامى (الوقود السميك) الذى يملأ الكبسولة . ويتم ذلك بواسطة مركب كيميائى تركيبه هو نفس تركيب مادة رأس عود الكبريت .

قاذفات اللهب

قاذفات اللهب جهاز خاص له تصميم معين يسمح بخروج الجازولين الهلامى المخلوط بالنابالم تحت ضغط كبير ، يساعد على قذف اللهب الى مسافة تصل الى ٧٠ مترا . ولقاذفات اللهب نوعان :

١ - نوع يحمله الجنود وهو صغير نسبيا ويملا بالمادة الحارقة باستعمال الضغط .

٢ - نوع يحمل على دبابات وهو لذلك كبير الحجم نسبيا وفيه تدفع المادة الحارقة بواسطة مضخة تعمل ميكانيكيا . ويحترق الوقود السميك المختلط بالنابالم ، فى هذه الحالة عند خروجه من فتحة القاذفة باستعمال جازولين مشتعل يخرج من فتحة أخرى مساعدة ، ويشتعّل الجازولين بواسطة شرارة

كهربائية ، وذلك عند الضغط على زناب معين كما يحدث بالضبط
فى مسدس البوية .

ومن الأنواع العديدة للمواد الحارقة ، نوع آخر يمكن
تحضيره بإضافة مسحوق ناعم من معدن المغنسيوم الى كمية من
الاسفلت . ولا يذوب معدن المغنسيوم فى الاسفلت ، بل يظل
معلقا به فى صورة رقائق صغيرة جدا . يخلط الاسفلت بما
يحتويه من مغنسيوم مع ما يساوى وزنه من الجازولين السميك،
ومع نوع معين من الزيوت ، ويضاف الى الخليط مادة مؤكسدة
تساعد على زيادة الاشتعال ، ويكون الخليط فى النهاية مادة
حارقة بيضاء اللون تقريبا تقترب فى شكلها من الدهانات
المعروفة .

ومن أشد أنواع المساحيق الحارقة المعروفة حتى الآن
مسحوق يتكون من مخلوط من قشور الألومنيوم والحديد
(بالذات أوكسيد الحديد المسمى بالهيماتيت) ونترات الباريوم.
يلق هذا الخليط فى زيت البترول الخام ، ويعبأ بعد ذلك فى
قنابل تسمى قنابل الثرميت ، وتصل درجة حرارة اللهب الناشئ
عن استعمال هذا النوع من القنابل الى ما يقرب من ٢٥٠٠ م .
ويمكن تصور الى أى مدى تصل درجة الحرارة هذه اذا علمنا أن
درجة انصهار الحديد تقترب من ١٧٥٠ م . وتشبه هذه
القنابل فى شكلها الى حد كبير قنابل المغنسيوم فيما عدا غلافها
الذى يصنع عادة من الصلب . وتتميز قنابل المغنسيوم بأن
غلافها يحترق بشدة من تلقاء نفسه اذا ما بدأ احتراق المادة
الداخلية فى القنبلة .

بعض مستحدثات الوقاية

لقد كان لزاما على تلك العقول التى أبدعت فى خلق مواد التدمير والقتل ، أن تبدع أيضا فى خلق مواد أخرى يمكن بها مقاومة آثار تلك المهلكات . وعلى هذا فقد حاول الكيميائيون انتاج كل ما يمكن بواسطة توقي الجسم خطر الأسلحة والشظايا، وتوصلوا بالفعل الى انتاج مادة تسمى « الدورون » ، وتتكون من ١٦ طبقة من نسيج من ألياف الزجاج ، يدخل بين مسافات مادة راتنجية لدنة (بلاستيكية) ، يلتحم النسيج والمادة البلاستيكية فى شكل نسيج سميك يستعمل لى يحمى الطيارين والفواصين ورجال الضفادع البشرية ورجال البحرية عامة . ويتميز هذا النسيج بأنه خفيف يعوم على سطح الماء ، كما أنه فى الوقت نفسه يقى صاحبه من الشظايا التى قد تصيبه أثناء العمليات ولكنه لا يمنع أثر الإصابة المباشرة .

الصواريخ

لم تكن العجالة السابقة عن القذائف 2 — ٧ بكافية للتعرف على ماهيتها ، وقد كان لزاما علينا أن نفرّد بابا ، ولو صغيرا يحيط بهذه القذائف — وهى ما تسمى الآن بالصواريخ — من جميع نواحيها تاريخيا وعلميا واستعمالا .

وترجع فكرة انشاء الصواريخ الى عهد بعيد ، فهى ليست وليدة السنوات الأخيرة ، فقد قيل : ان الصينيين هم اول من فكر فى اطلاق الصواريخ فيما بين عامى ٣٠٠٠ — ٢٠٠٠ قبل

الميلاد . ولكن الثابت أن أولى المحاولات في هذا الشأن كانت عام ٣٦٠ قبل الميلاد وذلك في بلدة تورنتو بإيطاليا ، وكانت وقتئذ مستعمرة يونانية .

وقد نشر في أمريكا حديثا أن أحد أهالي الاسكندرية تمكن في عام ٥٠ قبل الميلاد من تصميم آلة تتركب من أناء يغلى فيه الماء فيخرج منه البخار مضغوطا بضغط كبير ، ثم ينتقل خلال أنبوبة الى كرة جوفاء بسطحها فتحة مائلة يخرج منها البخار المضغوط في اتجاه يميل على سطح الكرة ، وعندئذ تدور الكرة حول محورها بسرعة تتوقف على معدل اندفاع البخار المضغوط خارجا من تلك الفتحة على السطح .

وقد ظهرت الصواريخ التي تعمل بالبارود لأول مرة كذلك في بلاد الصين عام ١٠٤٠ من الميلاد . وقد استخدموها بعد ذلك في حربهم ضد المغول فكبدوهم خسائر فادحة في معركة بكين عام ١٢٣٠ . كما استخدم الأوروبيون كذلك الصواريخ في حروبهم عام ١٢٤٩ . ثم مالبت الصواريخ أن أصبحت وسيلة من وسائل الألعاب النارية ، واستمر التقدم في صناعتها ، وانتجت لها نماذج عديدة ومتنوعة .

ولم يبدأ التفكير في استعمال الصواريخ في الحياة العملية لبنى الانسان الا حوالي عام ١٤٢٠ حتى ظهر الاتجناه الى استعمالها في تحريك السيارات ونقل الرسائل والطوربيدات وما الى ذلك من مظاهر الاستغلال . وظلت الصواريخ وصناعتها عملية بدائية لم تتقدم حتى بدأ ظهور بعض القوانين العلمية الميكانيكية التي تبنى عليها فكرة الصواريخ . وكان ذلك في عام ١٦٨٧ حين قدم نيوتن قانونه الشهير « لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه » . وكان نتيجة لهذا ان

تقدمت تلك الصناعة وازدهرت تماما فى حوالى القرن الثامن عشر . ولكى نوضح مدلول هذا القانون نورد هنا بعضا مما يلاحظه الناس فى حياتهم العملية . من ذلك ما يشعر به الجندى عندما يطلق عيارا ناريا من بندقيته ، اذ يحس بارتدادها على كتفه بقوة تتوقف على طول المسافة التى تمثل مرمى الطلقة . ويظهر هذا واضحا أيضا عند اطلاق المدافع ، اذ تتحرك الى الخلف فى اتجاه مضاد لاتجاه خروج طلقاتها . كما يمكن التمثيل كذلك برشاشات المياه التى تروى الحدائق ، فهى تعمل وتتحرك يمينا ويسارا بفعل قوة انطلاق المياه من فتحاتها .

ولم يبدأ استعمال الصواريخ كسلاح للقتال والتدمير الا فى عام ١٧٦٠ ، وكان ذلك على يد الأمير الهندى حيدر على اذ استعمل تلك الصواريخ البدائية ، وزود بها فرقة كاملة ، وكانت تنطلق الى مدى ميل واحد ، وكان أن هزمت بريطانيا شرهزيمة فى معركة هنتور مما شجع على زيادة تسليح الجيش بها وهزيمة البريطانيين من جراء ذلك هزيمة نكراء . وكرد فعل لهذا فقد فكر البريطانيون فى تطوير الصواريخ الحربية وتحسين انتاجها ، ثم استعملوها هم فى تدمير مدينة كوبنهاجن فى الدانمرك ، فقد استخدموا أعدادا لا حصر لها من الصواريخ اتت على المدينة بأكملها .

وفى عام ١٨٤٦ أطلقت الولايات المتحدة أول صاروخ لها ، ثم أجرى عليه بعد ذلك عدة تحسينات ، منها تركيب زعانف له تساعد على دقة اصابة الهدف وبالتالي زيادة كفاءته .

وفى أوائل القرن العشرين قام كل من قسطنطين زيولكوفسكى الروسى وهيرمان أوبرت الألمانى الروسى وروبرت جودارد الأمريكى ، كل على حدة بتطوير المبادئ الأساسية لعمل

الصواريخ وتطبيق تلك المبادئ بحيث يتمكن الصاروخ من الخروج من مجال الجاذبية الأرضية والانطلاق في الفضاء . ولكن الحظ العاثر لازم العالم زيولكوفسكى ، ولم يفتن الروس الى اكتشافه ، أما جودارد فقد قام ببحث استخدام المركبات التي تدفعها الصواريخ في اطلاق أجهزة علمية الى طبقات الجو العليا . وفي عام ١٩٢٦ أطلق أول صاروخ يعمل بالوقود السائل ، وارتفع الى مسافة ٦٠ مترا . ولقد كانت تلك هي البداية الحقيقية لتطور صناعة الصواريخ التي وصلت بعد ذلك الى حد صنع جهاز لقيادة الصاروخ يتحكم فيه القرص الدوار . ثم توالى التحسينات بعد ذلك على طرق صنعها حتى أمكن في عام ١٩٣٥ صنع صواريخ تصل الى مسافة ٢٨٠٠ مترا وزادت سرعتها على ٧٠٠ ميل في الساعة .

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن أول صاروخ أطلق عام ١٩٢٩ كان مزودا ببعض الأجهزة العلمية مثل البارومتر لقياس الضغط ، والترمومتر لقياس درجة الحرارة ، علاوة على آلة تصوير صغيرة تسجل قراءتهما عند أقصى ارتفاع يصل اليه الصاروخ . ثم أجريت تحسينات على صناعة الآلات التي تقوم بعملية التبريد الذاتي في الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل . وكان نتيجة لذلك أن يمر الوقود حول جدران الآلة فيعمل على تبريد غرفة الاحتراق ، حتى لا تؤدي الحرارة الهائلة الناتجة عن اشتعال الصاروخ الى صهر المعدن المصنوع منه .

وفي العشرينات الأخيرة من هذا القرن قرر الجيش الألماني أن يتابع التجارب الخاصة بالصواريخ ، وتم بالفعل انتاج الصاروخ ف ٢ الذي سبق ذكره ، والذي يعتبر الأسناس في سلسلة القذائف الدفعية والمركبات التي تطلق الى الفضاء . وهو سلاح لا يفوقه سوى القنبلة الذرية . وقد سبق أن وصفنا هذا

الصاروخ بأن طوله حوالى ٤٦ قدما ، وقطره فى أقصى اتساعه $\frac{5}{4}$ قدم ، كما أنه يزن عند اطلاقه ٢٨٣٨٠ رطلا ، منها ما يزن عشرة اطنان من الوقود المكون من الكحول الايثيلى والأكسجين السائل . كما كانت قوة دفعه تعادل ٥٦٠٠٠ رطل ويصل مداه الى ١٩٥ ميلا وبلغت سرعته القصوى ٣٥٠٠ ميل فى الساعة . ولما كانت هذه السرعة أكبر بمراحل من سرعة الصوت ، فقد كان من المستحيل أن يسمع لمروره فى الهواء صوت قبل أن يصطدم بالأرض كما كان من المستحيل كذلك اعتراضه أثناء الطيران . وكانت قوة دفع ذلك الصاروخ لا تعمل الا لمدة ٦٥ ثانية فقط من بداية طيرانه يندفع بعدها فى رحلته الى الهدف ، وكان يرتفع الى مسافة ٥٥ ميلا بعد ٣ دقائق من اطلاقه ثم يهبط بعد ذلك على الهدف بعد زمن يقل عن ست دقائق ، حاملا معه الدمار فى شكل ٢٢٠٠ رطل من المواد الشديدة الانفجار .

وفى نهاية الحرب العالمية الثانية استولى الروس على مركز صناعة الصواريخ فى المانيا ، وفر العلماء الذين كانوا يعملون به الى أمريكا ليستأنفوا عملهم هناك ، واستولى الأمريكيون كذلك على مصنع مقام تحت الأرض لانتاج الصواريخ ف-٢ بما فيه ونقلوه الى أمريكا .

وفى عام ١٩٤٨ أطلق أول صاروخ ذى مرحلتين ، وكان هذا العمل فى حد ذاته تقدما كبيرا وخطوة جريئة الى الأمام ، اذ أن اضافة مرحلة صغيرة نسبيا قد تؤدي الى اضافة زيادة ضخمة على سرعة الحمولة ، ولكن ثبت نجاح فكرة الصواريخ ذات المرحلتين فى أوائل عام ١٩٤٩ . وكانت هذه بداية لتطور صناعة الصواريخ المعروفة فى الوقت الحاضر باسم عابرة القارات ،

وكانت تطلق كلها من الأرض للأرض . لأغراض حربية . ثم تطورت صناعة الصواريخ بعد ذلك بخطى واسعة حتى كان عام ١٩٥٧ حين أطلق الروس القمر الصناعى سبوتنيك ١ بواسطة صاروخ ذى ثلاث مراحل من الأرض الى الجو . وبعد شهر من اطلاق القمر الأول أطلق القمر الثانى .

ثم أطلق الأمريكيون بعد ذلك قمرهم الصناعى الى الفضاء الخارجى باستعمال صاروخ ذى ثلاث مراحل كذلك ، كانت المرحلة الأولى عبارة عن قذيفة مستطيلة تعمل بالوقود السائل ، أما المرحلتان الثانية والثالثة فتتكون من صواريخ صغيرة . ثم توالى بعد ذلك استعمال الصواريخ ذات الثلاث مراحل فى اطلاق سفن الفضاء لاستكشاف القمر والكون الخارجى . وقد استعمل الوقود السائل والوقود الجاف فى تشغيل هذه الصواريخ كما سيأتى ذكره بعد . ثم أستعملت الصواريخ بعد ذلك لأغراض الدراسات العلمية ، مثل دراسة طبقات الجو العليا من حيث الضغط ودرجة الحرارة وسرعة الرياح وتركيب الهواء وتوزيع الغازات مثل الأوكسجين والأوزون والنيتروجين ، كما أمكن كذلك دراسة الكهرباء الجوية والاشعاع الشمسى والأشعة الكونية .

وتبنى فكرة عمل الصواريخ على رد الفعل الذى ينبج من اندفاع الغازات الساخنة التى تخرج من مؤخرة الصاروخ عند احتراق الوقود ، إذ تخرج الغازات الناتجة عن الاحتراق من غرفة الاحتراق التى تكون جزء كبيراً من جسم الصاروخ ، ثم تضغط هذه الغازات على الجانب المغلق من الغرفة فيندفع الى الماء . ويمكن تشبيه ذلك بحركة رجل الانسان عندما يسبح فى الماء إذ يضرب برجليه الخلفيتين الماء فيدفع جسمه الى الامام كرد فعل .

ومن أمثلة الصواريخ عابرة القارات الصاروخ الأمريكى تيتان ٢ ، ويحمل هذا الصاروخ رأسا ذرية ينقلها الى الهدف على بعد يزيد على ٦٠٠٠ ميل . أما الصاروخ تيتان ٢ المعدل والذي يحمل سفن الفضاء فيستطيع أن يضع سفينة الفضاء بما تحمل من أشخاص ومن معدات فى مدار حول الأرض يبعد عنها بمسافة تزيد على ١٥٠ ميلا ، وبسرعة تقترب من ٧٥٠٠ ميل فى الساعة . ويبلغ ارتفاع الصاروخ تيتان ٢ حوالى ٩٠ قدما . وهو ذو مرحلتين يبلغ طول المرحلة الأولى ٧٠ قدما والمرحلة الثانية ٢٠ قدما ، كما يبلغ قطره عشرة أقدام .

وتستطيع الآلات التى يحملها هذا الصاروخ أن تولد ما يعادل خمسة ملايين حصان من القوة الدافعة ، تنتج المرحلة الأولى منها عند إطلاقها من الأرض قوة دافعة قدرها ٤٣٠٠٠ رطل ، بينما تنتج المرحلة الثانية التى تتولى عملية التسيير بعد نفاذ الوقود فى المرحلة الأولى ما يوازى ١٠٠٠٠ رطل .

وهناك نوع من هذه الصواريخ يسمى بالصواريخ ذات المرحلة والنصف اذ أنها تعطى قوة دافعة مقدارها ٣٦٠٠٠ رطل .

وقود الصواريخ

تعمل الصواريخ لإطلاقها بوقود يعطى كميات هائلة من الطاقة التى تدفعها الى الهدف المنشود . ويتكون هذا الوقود من مادة تحترق ومادة تساعد على احتراقها تسمى بالموكسد ، وأبسط مثل لها هو غاز الأوكسجين .

ويجدر بنا هنا أن نذكر أن المواد المسيرة للصاروخ تحتل ما يقرب من ٩٥٪ من وزنه ولهذا سميت الصواريخ وخزانات الغاز الطائرة .

وهناك نوعان من وقود الصواريخ :

١ - الوقود الصلب .

٢ - الوقود السائل .

ويمكن تقسيم الوقود الصلب الى نوعين منفصلين هما :

(١) الوقود المتجانس ، وذلك مثل التركيبات التي تحتوى على النيتروسيليلوز أو النيتروجلسرين ، وهى مركبات تحتوى فى تركيبها على الأوكسجين اللازم لعملية الاحتراق داخل الصاروخ .

(ب) الوقود المركب ويتكون من مخاليط من الوقود الذى يتكون أساسا من مواد بلاستيكية ، مضافا اليها مواد مؤكسدة فى صورة مسحوق ناعم جدا . ولا يحدث بين هذه المخاليط أى تفاعل كيميائى .

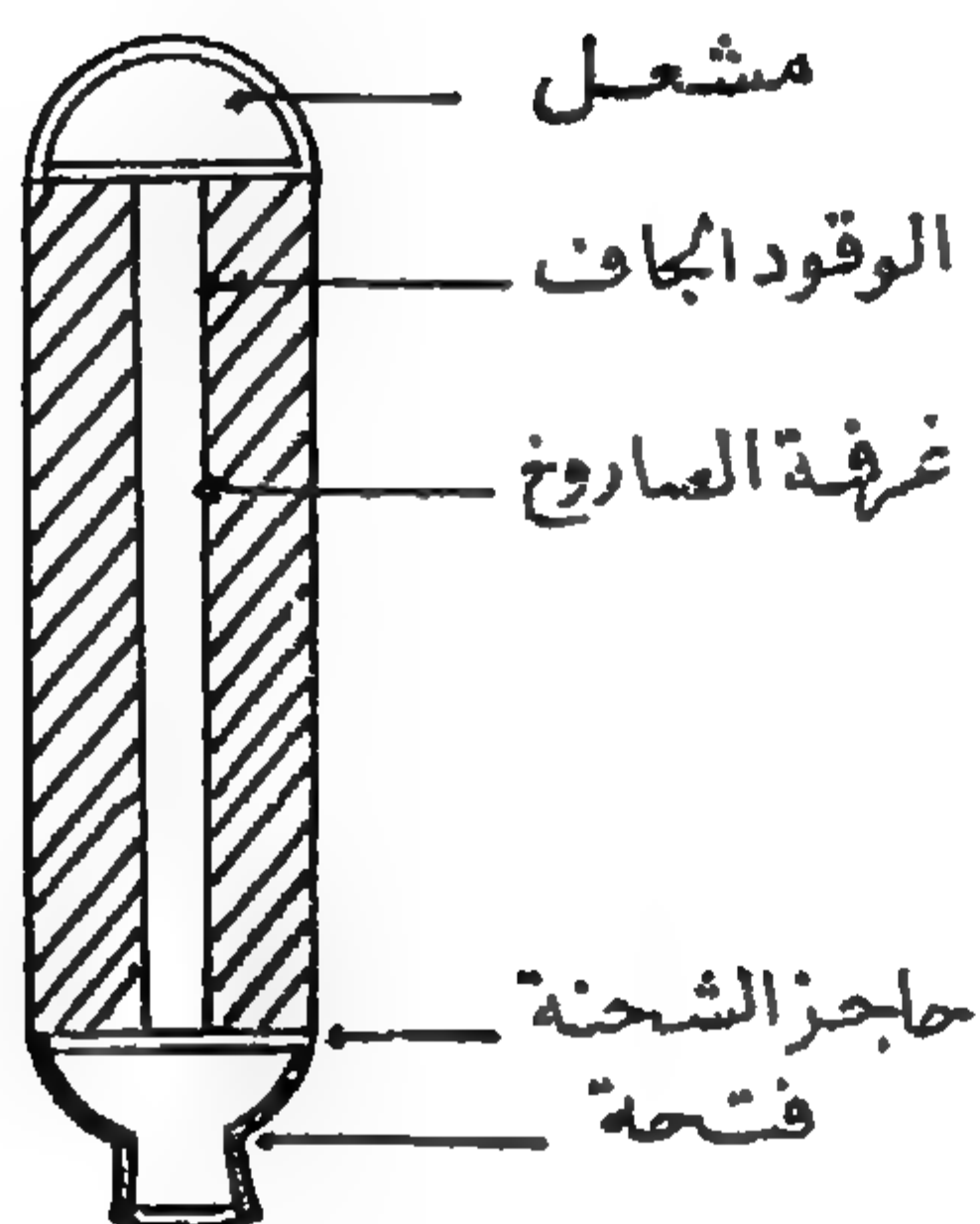
وهناك نوع ثالث من وقود الصواريخ يقع بين هذين النوعين ، وكمثال له النيتروسيليلوز المخلوط مع مادة بروكلورات البوتاسيوم وهى تحتوى على كمية كبيرة من الأوكسجين فى تركيبها .

ويعتبر وقود الصواريخ الصلب من المواد المتفجرة متوسطة الانفجار .

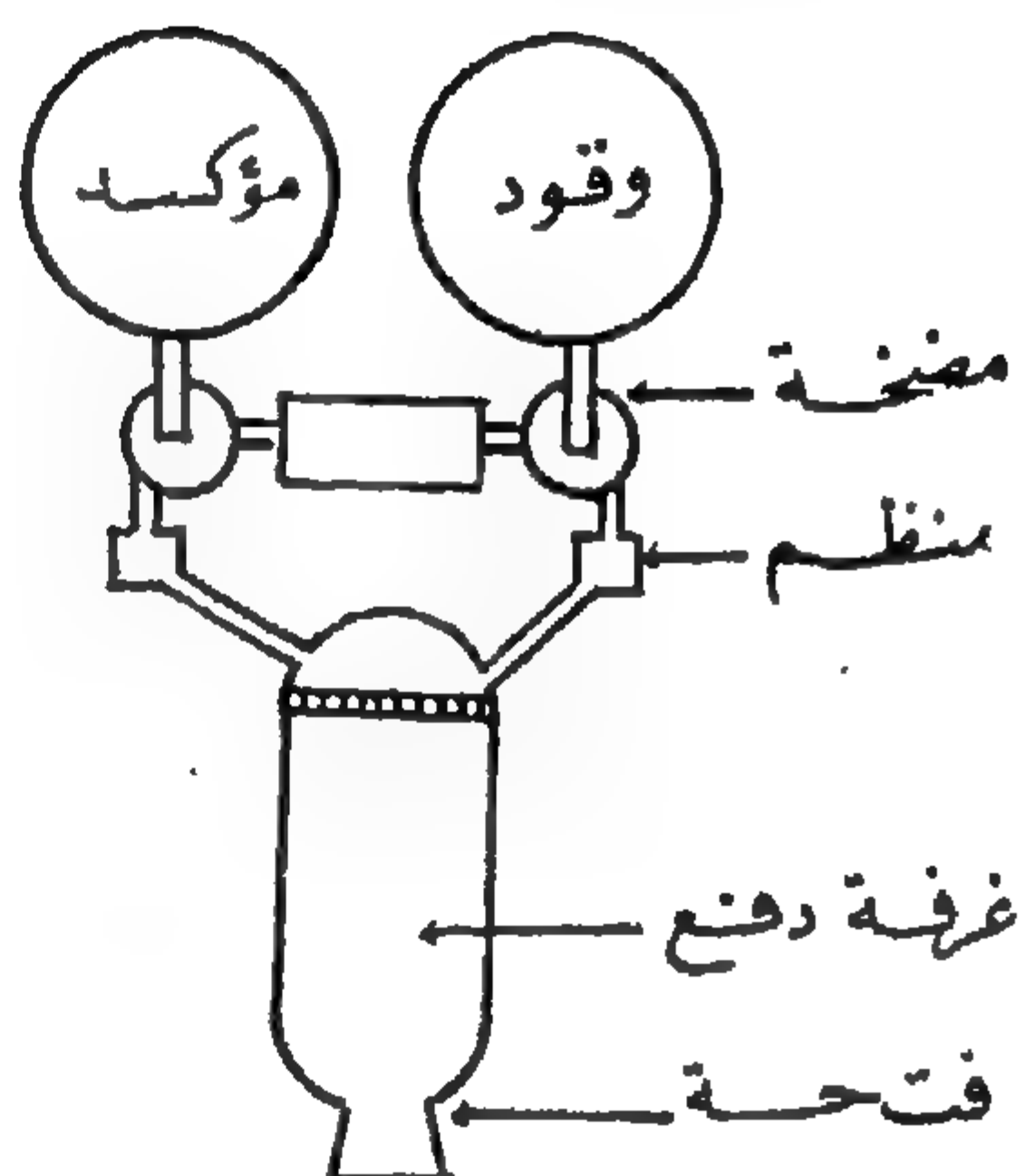
والوقود فى حد ذاته مادة تحترق ببطء ، ولكنها تتحلل سريعا لتعطى طاقة حرارية كبيرة وضغطا عاليا .

وتستعمل المواد البلاستيكية فى الوقود الصلب كما تربط
حبيبات المادة المؤكسدة ببعضها البعض ، كما أنها هى ذاتها وقودا
للساروخ .

ونذكر من هذه المواد البلاستيكية المستعملة الأسفلت والمطاط
الصناعى .



نموذج لصاروخ يعمل
بالوقود الصلب



نموذج لصاروخ يعمل
بالوقود السائل

الوقود السائل :

استعمل الوقود الصلب فى اطلاق أول صاروخ أثناء الحرب
العالمية الثانية، ثم بدأ الاهتمام الكبير بتطوير الصواريخ واستحداث
وقود لها ، فكان أن عرف الوقود الصلب والوقود السائل .

وتختلف الصواريخ التى تعمل بالوقود السائل عن تلك التى تعمل بالوقود الصلب بأن بها غرف احتراق كبيرة ومخزنان كبيران للوقود والمادة المؤكسدة .

وهناك نوعان من الوقود السائل : الأول لا يحتاج الى اضافة مواد اخرى اليه لكى يعطى الطاقة العظيمة التى يتطلبها اطلاق الصاروخ . وكمثال لهذا النوع من الوقود نذكر فوق أوكسيد الهيدروجين والكحول . وهما مادتان ثابتان عند درجة الحرارة العادية ولا تتحللان .

والنوع الثانى من الوقود السائل يتكون من الوقود ومادة اخرى مؤكسدة . وتوضع كل منهما فى مخزن منفرد . ولا يتم خلطهما الا فى غرفة الاحتراق بالصاروخ .

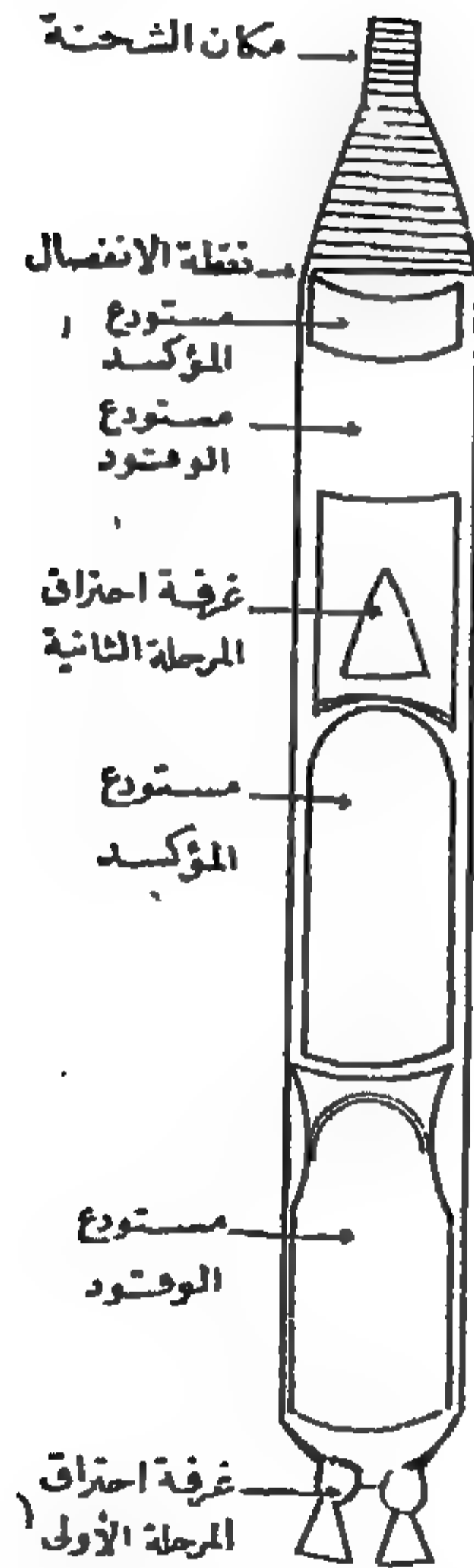
ومن أمثلة هذا النوع من الوقود الجازولين والأوكسجين السائل أو النشادر والأوكسجين المسال .

وهناك أعداد لا حصر لها من المواد التى يمكن استعمالها كوقود للصواريخ .

وأكثر أنواع الصواريخ شيوعا هو الصاروخ الكيميائى السائل الذى يستخدم فيه الوقود ومادة مؤكسدة كعاملين للتسيير ولقد استخدم الكيوسين والأوكسجين فى تسيير بعض أنواع الصواريخ الأمريكية . كما أمكن كذلك تحضير مواد مسيرة ذاتية الاشتعال أى يشتعل فيها الوقود والمادة المؤكسدة بمجرد اختلاطهما تلقائيا .

وفى الصاروخ الأمريكى تيتان ٢ ، استعملت مادة الأيزوزين ٥. وهى عبارة عن مزيج من الهيدرازين كوقود ورباعى أوكسيد البيتروجين كمادة مؤكسدة . وكلتاها مادتان يمكن تخزينهما

لمدة طويلة في درجات الحرارة العادية . ويمتاز هذا النوع من الوقود والمادة المؤكسدة عن استعمال الأوكسجين السائل ، لأن الأوكسجين يستلزم أن يحفظ في درجة حرارة منخفضة جدا عن الصفر المئوي .



نموذج لمباروخ ذي مرحلتين

الصواريخ ذات المراحل الثلاث :

هناك نوع آخر من الصواريخ أستحدثت أخيرا وذات مدى كبير وهى الصواريخ ذات المراحل الثلاث ومن أمثلتها الصاروخ الأمريكى ساتيرن ٥ .

وتحتوى المرحلة الأولى على خمسة محركات من طراز ف ١ تولد قوة دافعة مقدارها $7\frac{1}{4}$ مليون رطل ، وقطر خزاناته ٣٣ قدما، وتحمل ما يزيد على ٢٠٠٠ طن من الأوكسجين السائل والكروسين . ويبلغ طول هذه المرحلة ١٣٨ قدما .

وتحتوى المرحلة الثانية من الصاروخ على خمسة محركات أيضا من طراز مختلف عن المحركات فى المرحلة الأولى ، وتولد قوة دافعة تعادل مليوناً من الأرطال ، ويبلغ قطر خزاناته ٣٣ قدما . ويحمل ما يقرب من مليون رطل من الأوكسجين والهيدروجين السائلين . ويبلغ ارتفاعها ٨٢ قدما .

أما المرحلة الثالثة من الصاروخ فلا تحتوى الا على محرك واحد ، قوته الدافعة ٢٠٠.٠٠٠ رطل . ويبلغ قطر خزاناته ٢١٥ قدما ، ويحمل ما يقرب من ٢٠٠.٠٠٠ رطل من المواد التى تسيره وهى من نفس نوع الوقود المستخدم فى المرحلة الثانية ويبلغ ارتفاع هذه المرحلة ٦٠ قدما . ويستطيع هذا الصاروخ أن يحمل ما زنته ١٢٠ طناً .

وبهذا أرجو أن أكون قد أعطيت فكرة عن مواضيع من أهم موضوعات الساعة ، بحيث يستطيع القارئ بعد ذلك التزود بما يراه مفيداً له من هذه المواضيع من المراجع المختلفة والأعم والأشمل .

شرح بعض الكلمات العلمية

درجة الانصهار : هى درجة الحرارة التى تتحول عندها المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة .

درجة التجمد : هى درجة الحرارة التى تتحول عندها المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة .

درجة الغليان : هى درجة الحرارة التى يبدأ عندها السائل فى الغليان .

عملية أكسدة : هى اتحاد المادة بالأكسجين ومن أمثلتها تكوين صدأ الحديد اذ يتحد الحديد مع الأوكسجين الجوى لتكوين أوكسيد الحديد (الصدأ) .

اللدانة : تحول المادة من الحالة الصلبة الى حالة الطراوة بالحرارة ورجوعها ثانية اما بالحرارة كذلك أو بدونها .

معلق : مادة لا تذوب فى سائل بل تظل معلقة فيه فمثلا لو اضيف مسحوق الطباشير الى الماء فانه لا يذوب بل يظل معلقا ثم يستقر فى القاع بعد مدة .

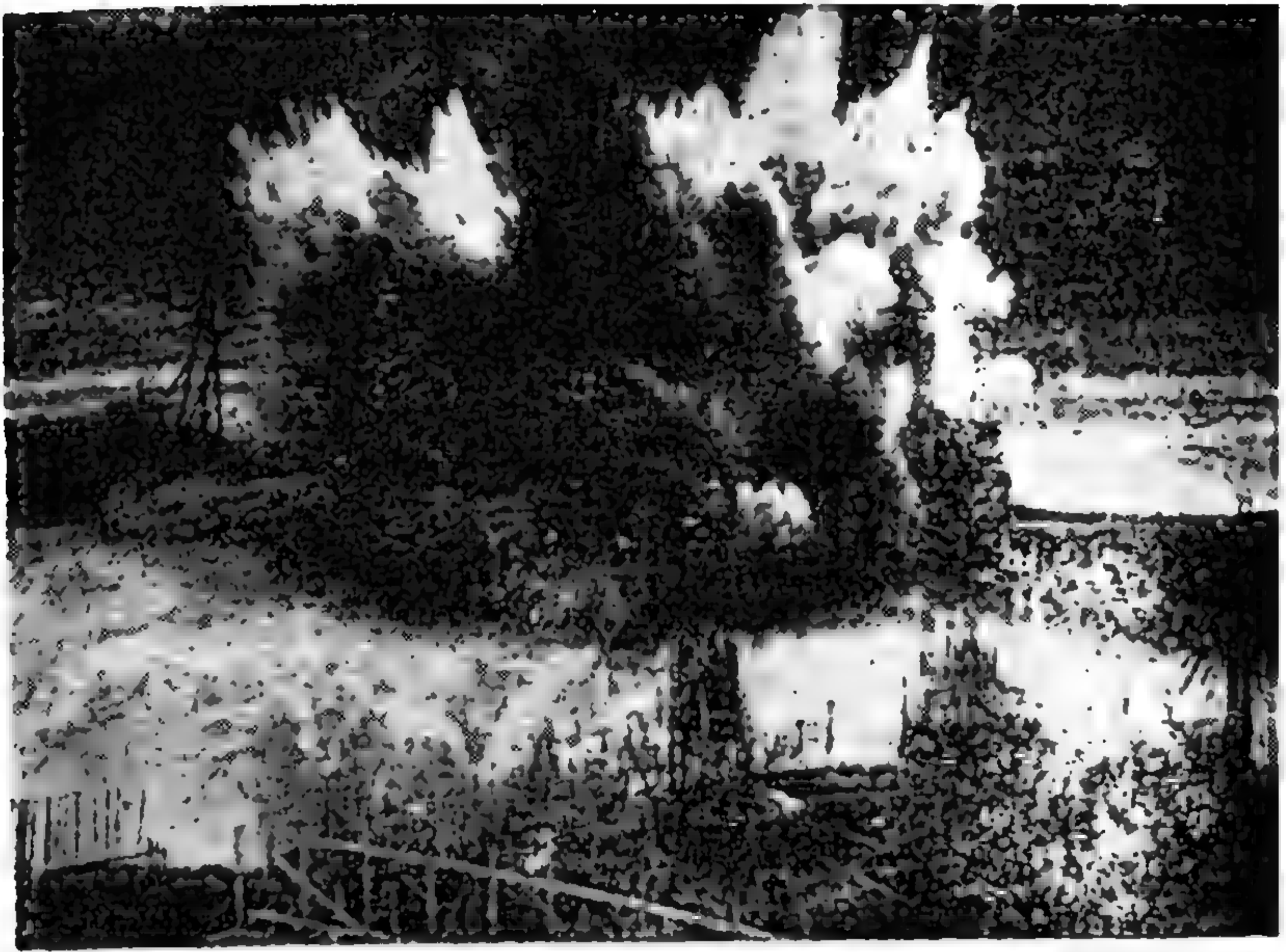
مسحوق قصر الألوان : مسحوق يحتوى على مركب كيميائى فيه غاز الكور وهو يعمل على ازالة الألوان ويستعمل فى تبييض الأنسجة .

حامض الخليك : وهو الخل الذى نستعمله فى الطعام ولكن بتركيز كبير جدا .

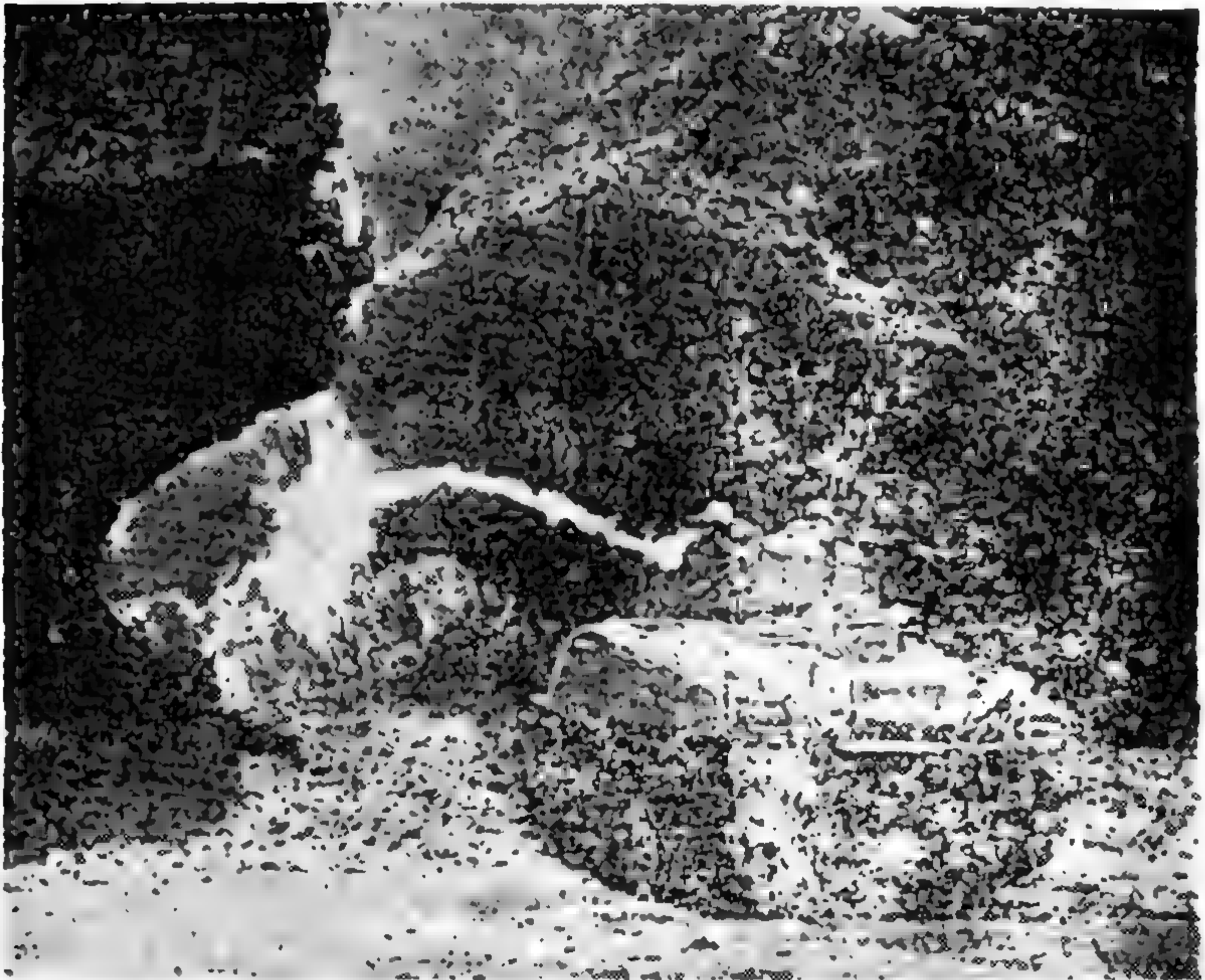
فسيولوجى (تأثير) : هو الأثر الذى يحدث من عامل معين على جسم الانسان ووظائف أعضائه كالقلب والرئتين والعينين والجلد .. الخ .

التحليل الكهربائى : هو امرار التيار الكهربائى فى محلول مادة. مثل كلوريد الصوديوم وهو ملح الطعام فيتمثل هذا المحلول الى مكوناته الأصلية يتجه كل منها ناحية مختلفة .

خامل كيميائى : مادة لا تتفاعل بل تظل كما هى مثل غاز النيون . المستعمل فى الاضاءة .



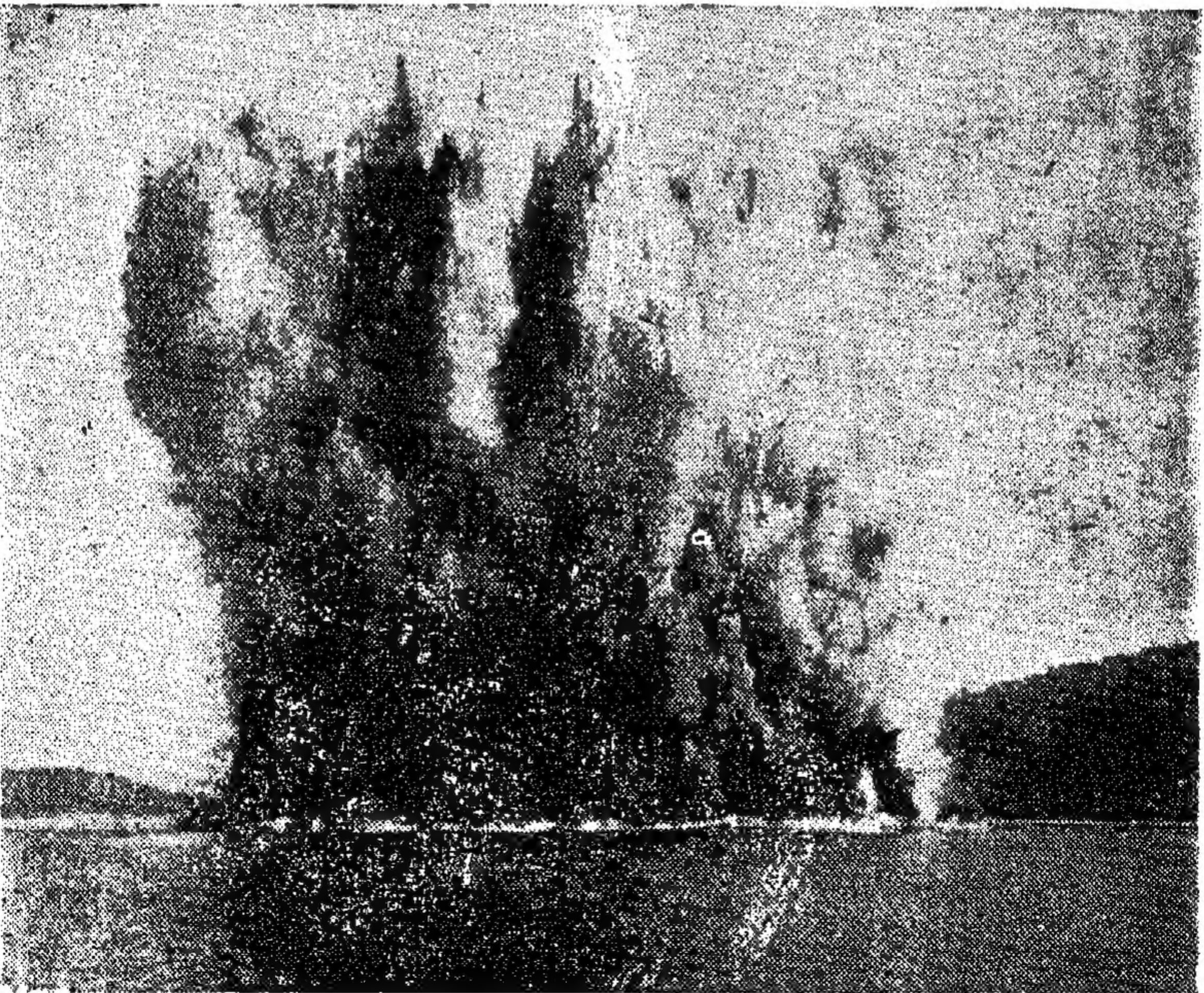
صورة تبين استعمال المتفجرات فى ازالة سد مؤقت



قاذفة لهب محمولة على دبابة



صورة تبين استعمال المتفجرات فى تفجير محجر وذلك لحظة انفجار مادة
نترات الانوتيوم



صورة تبين استعمال المتفجرات فى حفر مكان يصور خط أنابيب فى
مستنقع تحت مستوى الكاح

دار الكاتب العربي للطباعة والنشر

بالمقاهرة

صحافة

3.445
653

Bibliotheca Alexandrina



0344913